

ILMU NON KEPENDIDIKAN/MIPA-TEKNOLOGI

Kode>Nama Rumpun: 421/TEKNIK SIPIL

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI
Development and Upgrading of Seven Universities in Improving the Quality
and Relevance of Higher Education in Indonesia



**MODIFIKASI SIFAT BAHAN BITUMEN MENGGUNAKAN
POLYPROPYLENE FIBERS UNTUK MENINGKATKAN
KINERJA AGREGAT BANTAK SERTA IMPLEMENTASINYA
SEBAGAI *SMART CEMENTITIOUS MATERIALS* PADA
*FLEXIBLE PAVEMENT***

Oleh:

Dr. Dr. Ir. Effendie T, SU	0025024703
Dr. Slamet Widodo, S.T.,M.T.	0003117603
Sumarjo H, M.T.	0014045707
Faqih Ma'arif, M.Eng	0007048501

Dibiayai oleh DIPA Direktorat Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat Nomor DIPA – 023.04.1673453/2015, tanggal 14 November 2014, DIPA revisi 01 tanggal 03 Maret 2015,
Skim: Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2015 Nomor:
062/SP2H/PL/DIT.LITABMAS/II/2015 Tanggal 5 Februari 2015.

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Oktober 2015

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : MODIFIKASI SIFAT BAHAN BITUMEN
MENGUNAKAN POLYPROPYLENE FIBERS
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA AGREGAT
BANTAK SERTA IMPLEMENTASINYA SEBAGAI
SMART CEMENTITIOUS MATERIALS PADA
FLEXIBLE PAVEMENT

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : J EFFENDIE TANUMIHARDJA M.S., Dr.
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta
NIDN : 0003075203
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Nomor HP : 0816689168
Alamat surel (e-mail) : effendiekemkid@yahoo.com

Anggota (1)
Nama Lengkap : Dr. SLAMET WIDODO S.T, M.T
NIDN : 0003117603
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta

Anggota (2)
Nama Lengkap : SUMARJO H
NIDN : 0014045707
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta

Anggota (3)
Nama Lengkap : FAQIH MAARIF M.Eng.
NIDN : 0007048501
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta
Institusi Mitra (jika ada) : -
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 65.000.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp 150.000.000,00



Mengetahui,
Direktur Eksekutif PIU IDB UNY

(Dr. Slamet Widodo, S.T., M.T.)
NIP/NIK 197611032000031001

Yogyakarta, 26 - 10 - 2015

Ketua,

(J EFFENDIE TANUMIHARDJA M.S., Dr.)
NIP/NIK 19520703 1984031002

Menyetujui,
Ketua LPPM UNY



(Prof. Dr. Anik Ghufroon)
NIP/NIK 196211111988031001

MODIFIKASI SIFAT BAHAN BITUMEN MENGGUNAKAN POLYPROPYLENE FIBERS UNTUK MENINGKATKAN KINERJA AGREGAT BANTAK SERTA IMPLEMENTASINYA SEBAGAI SMART CEMENTITIOUS MATERIALS PADA FLEXIBLE PAVEMENT

Oleh :
Effendie Tanumihardja, Slamet Widodo, Sumarjo H, Faqih Ma'arif

RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja Agregat Bantak dengan cara memodifikasi sifat bahan bitumen dalam implementasinya sebagai smart cementitious materials pada flexible pavement. Modifikasi dilakukan dengan penambahan serat polypropylene untuk meningkatkan kapasitas lentur, Modulus resilient, daktilitas, Stabilitas dinamis, kecepatan deformasi dan permeabilitas campuran.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen Laboratorium. Jumlah benda uji terdiri dari 200 benda uji Marshall, untuk mengetahui kadar bahan bitumen optimum dan efek penambahan variasi serat polypropylene. Skema pengujian diantaranya terdiri dari pengujian mekanik dan struktural. Pengujian mekanik diantaranya adalah pengujian penetrasi (Penetration indeks); titik lembek (softening point); titik nyala dan bakar, kecepatan deformasi. pengujian struktural diantaranya adalah Stabilitas, Permeabilitas, Fracture Energy, Flextural dan Ultrasonic Pulse Velocity (UPV).

Hasil pada penelitian ini secara menyeluruh pada tahun pertama dan kedua ini adalah meningkatnya kinerja agregat Bantak sebagai material potensial penunjang ekonomi kemasyarakatan, dan didapatkannya inovasi baru tentang jenis aspal modifikasi dengan menggunakan serat polypropylene. Penggunaan serat polypropylene pada agregat bantak dapat meningkatkan kapasitas tarik belah, tegangan lentur, durabilitas, fracture dan homogenitas komponen material Marshall berdasarkan kecepatan perambatan gelombang Ultrasonik. Secara khusus, penelitian ini merupakan model pengembangan keilmuan dalam bidang vokasi, khususnya berkaitan dengan perkerasan lentur jalan dan jembatan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Kata kunci: Bantak, polypropylene fibers, smart cementitious materials

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	2
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah.....	5
D. Keutamaan Penelitian.....	6
E. Luaran penelitian.....	6
BAB II KAJIAN TEORI.....	8
A. Agregat.....	8
B. Kajian tentang Variabel.....	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
A. Persiapan.....	23
B. Lokasi Penelitian.....	23
C. Materials.....	23
D. Populasi dan Sampel.....	23
E. Pelaksanaan Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
A. Hasil Penelitian.....	28
B. Pembahasan.....	65
BAB V PENUTUP.....	127
A. Kesimpulan.....	127
B. Saran.....	127
DAFTAR PUSTAKA.....	128
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	130

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema volume butir agregat.....	9
Gambar 2. Perbedaan fungsi aspal pada lapisan jalan.....	12
Gambar 3. Skematis berbagai jenis volume beton aspal (Sukirman, 2005).....	13
Gambar 4. Skema cara alat kerja UPV (Sumber: ASTM C597-02, 2003).....	15
Gambar 5. Hubungan antara kuat tekan beton dan UPV pada umur 28 hari (Sumber: Budi, 2008)	16
Gambar 6. Rutting deduct value with respect ratio time (Sumber: Al-Taher, et. Al, 2008).....	18
Gambar 7. Pengaruh penambahan EMA dan PPA pada nilai penetrasi (Sumber: Trakarnpruk, 2005).....	19
Gambar 8. Pengaruh modifikasi aspal tipe rutting depth.....	20
Gambar 9. Grafik distribusi agregat gabungan varians 1.....	35
Gambar 10. Grafik distribusi agregat gabungan varians 2.....	36
Gambar 11. Grafik distribusi agregat gabungan varians 3.....	37
Gambar 12. Grafik distribusi agregat gabungan varians 4.....	38
Gambar 13. Grafik distribusi agregat gabungan varians 5.....	39
Gambar 14. Grafik distribusi agregat gabungan varians 6.....	40
Gambar 15. Grafik distribusi agregat gabungan varians 7.....	41
Gambar 16. Grafik distribusi agregat gabungan varians 8.....	42
Gambar 17. Grafik distribusi agregat tiap fraksi.....	44
Gambar 18. Grafik distribusi agregat Clereng tiap fraksi.....	45
Gambar 19. Grafik distribusi agregat Progo tiap fraksi.....	46
Gambar 20. Grafik distribusi agregat Krasak tiap fraksi.....	47
Gambar 21. Grafik distribusi agregat Varians 1 tiap fraksi.....	48
Gambar 22. Grafik distribusi agregat Varians 2 tiap fraksi.....	49
Gambar 23. Grafik distribusi agregat tiap fraksi.....	50
Gambar 24. Grafik distribusi agregat tiap fraksi.....	51
Gambar 25. Grafik distribusi agregat tiap fraksi.....	52
Gambar 26. Grafik distribusi agregat Varians 6 tiap fraksi.....	53
Gambar 27. Grafik distribusi agregat Varians 7 tiap fraksi.....	54
Gambar 28. Grafik distribusi agregat Varians 8 tiap fraksi.....	55
Gambar 29. Hubungan Nilai VIM dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Bantak.....	79
Gambar 30. Hubungan Nilai VIM dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Progo.....	80
Gambar 31. Hubungan Nilai VIM dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Krasak.....	80
Gambar 32. Hubungan Nilai VIM dengan Kadar Aspal Campuran	

Agregat Clereng.....	81
Gambar 33. Grafik Perbandingan Nilai VIM Tiap Varians.....	82
Gambar 34. Grafik Hubungan Nilai VMA dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Bantak.....	82
Gambar 35. Grafik Hubungan Nilai VMA dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Progo.....	83
Gambar 36. Grafik Hubungan Nilai VMA dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Krasak.....	83
Gambar 37. Grafik Hubungan Nilai VMA dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Clereng.....	84
Gambar 38. Grafik Perbandingan Nilai VMA Tiap Varians.....	85
Gambar 39. Grafik Hubungan Nilai VFB dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Bantak.....	85
Gambar 40. Grafik Hubungan Nilai VFB dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Progo.....	86
Gambar 41. Grafik Hubungan Nilai VFB dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Krasak.....	86
Gambar 42. Grafik Hubungan Nilai VFB dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Clereng.....	87
Gambar 43. Grafik Perbandingan Nilai VFB Tiap Varians	88
Gambar 44. Grafik Hubungan Nilai Kepadatan dengan Kadar Aspal campuran agregat Bantak.....	88
Gambar 45. Grafik Hubungan Nilai Kepadatan dengan Kadar Aspal campuran agregat Progo.....	89
Gambar 46. Grafik Hubungan Nilai Kepadatan dengan Kadar Aspal campuran agregat Krasak.....	89
Gambar 47. Grafik Hubungan Nilai Kepadatan dengan Kadar Aspal campuran agregat Clereng.....	90
Gambar 48. Grafik Perbandingan Nilai Kepadatan Tiap Varians.....	91
Gambar 49. Grafik Hubungan Nilai Stabilitas dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Bantak.....	91
Gambar 50. Grafik Hubungan Nilai Stabilitas dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Progo.....	92
Gambar 51. Grafik Hubungan Nilai Stabilitas dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Krasak.....	93
Gambar 52. Grafik Hubungan Nilai Stabilitas dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Clereng.....	93
Gambar 53. Grafik Perbandingan Nilai Stabilitas Tiap Varians.....	94
Gambar 54. Grafik Hubungan Nilai Kelelahan dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Bantak.....	95
Gambar 55. Grafik Hubungan Nilai Kelelahan dengan Kadar Aspal campuran	95

Aspal Beton Agregat Progo.....	
Gambar 56. Grafik Hubungan Nilai Kelelehan dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Krasak.....	96
Gambar 57. Grafik Hubungan Nilai Kelelehan dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Clereng.....	97
Gambar 58. Grafik Perbandingan Nilai Kelelehanl Campuran Aspal Beton Tiap Varians.....	97
Gambar 59. Grafik Hubungan Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Bantak.....	98
Gambar 60. Grafik Hubungan Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Progo.....	99
Gambar 61. Grafik Hubungan Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Krasak.....	99
Gambar 62. Grafik Hubungan Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Clereng.....	100
Gambar 63. Grafik Perbandingan Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) campuran Aspal Beton Tiap Varians.....	101
Gambar 64. Grafik Hubungan P dan Varians 1.....	102
Gambar 65. Grafik Hubungan P dan Varians 2.....	103
Gambar 66. Grafik Hubungan P dan Varians 3.....	104
Gambar 67. Grafik Hubungan P dan Varians 4.....	105
Gambar 68. Grafik Hubungan P dan Varians 5.....	106
Gambar 69. Grafik Hubungan P dan Varians 6.....	107
Gambar 70. Grafik Hubungan P dan Varians 7.....	108
Gambar 71. Grafik Hubungan P dan Varians 8.....	109
Gambar 72. Grafik Perbandingan Nilai ITS Tiap Varian.....	110
Gambar 73. Grafik perbandingan rerata ITS dengan varian.....	114
Gambar 74. Grafik analisa saringan agregat kasar, halus dan filler untuk pengujian lentur specimen.....	117
Gambar 75. Beban dan lendutan pengujian lentur.....	118
Gambar 76. Grafik Perbandingan Nilai Fracture Energy Tiap Varian.....	120
Gambar 77. Sketsa setting pengujian UPV untuk balok.....	123

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Ukuran butir agregat.....	8
Tabel 2. Spesifikasi AASHTO M 20-70 (2002) untuk berbagai Nilai penetrasi aspal laboratorium.....	11
Tabel 3. Spesifikasi AASHTO untuk berbagai nilai penetrasi aspal, AASTHO M 20 – 70 (1990).....	12
Tabel 4. Karakteristik mix desain aspal.....	17
Tabel 5. Populasi dan Sampel Penelitian.....	24
Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Bantak.....	28
Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Bantak.....	29
Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Filler Bantak.....	29
Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Clereng.....	30
Tabel 10. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Clereng.....	30
Tabel 11. Hasil Pemeriksaan Filler Clereng.....	31
Tabel 12. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Progo.....	32
Tabel 13. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Progo.....	32
Tabel 14. Hasil Pemeriksaan Filler Progo.....	33
Tabel 15. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Krasak.....	33
Tabel 16. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Krasak.....	34
Tabel 17. Hasil Pemeriksaan Filler Krasak.....	34
Tabel 18. Analisa Distribusi Agregat Varians 1.....	35
Tabel 19. Analisa Distribusi Agregat Varians 2.....	36
Tabel 20. Analisa Distribusi Agregat Varians 3.....	37
Tabel 21. Analisa Distribusi Agregat Varians 4.....	38
Tabel 22. Analisa Distribusi Agregat Varians 5.....	39
Tabel 23. Analisa Distribusi Agregat Varians 6.....	40
Tabel 24. Analisa Distribusi Agregat Varians 7.....	41
Tabel 25. Analisa Distribusi Agregat Varians 8.....	42
Tabel 26. Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60/70.....	43
Tabel 27. Persentase fraksi agregat tiap campuran.....	43
Tabel 28. Kebutuhan Agregat Bantak Tiap Campuran.....	44
Tabel 29. Persentase fraksi agregat tiap campuran.....	44
Tabel 30. Kebutuhan Agregat Clereng Tiap Campuran.....	45
Tabel 31. Persentase fraksi agregat tiap campuran.....	45
Tabel 32. Kebutuhan Agregat Progo Tiap Campuran.....	46
Tabel 33. Persentase fraksi agregat tiap campuran.....	46
Tabel 34. Kebutuhan Agregat Krasak Tiap Campuran.....	47
Tabel 35. Persentase fraksi agregat gabungan Varian 1.....	47
Tabel 36. Kebutuhan Agregat Varians 1 Tiap Campuran.....	48
Tabel 37. Persentase fraksi agregat gabungan Varian 2.....	48

Tabel 38. Kebutuhan Agregat Varians 2 Tiap Campuran.....	49
Tabel 39. Persentase fraksi agregat gabungan Varian 2.....	49
Tabel 40. Kebutuhan Agregat Varians 3 Tiap Campuran.....	50
Tabel 41. Persentase fraksi agregat gabungan Varian 4.....	50
Tabel 42. Kebutuhan Agregat Varians 4 Tiap Campuran.....	51
Tabel 43. Persentase fraksi agregat gabungan Varian 5.....	51
Tabel 44. Kebutuhan Agregat Varians 5 Tiap Campuran.....	52
Tabel 45. Persentase fraksi agregat gabungan Varian 6.....	52
Tabel 46. Kebutuhan Agregat Varians 6 Tiap Campuran.....	53
Tabel 47. Persentase fraksi agregat gabungan Varian 7.....	53
Tabel 48. Kebutuhan Agregat Varians 7 Tiap Campuran.....	54
Tabel 49. Persentase fraksi agregat gabungan Varian 8.....	54
Tabel 50. Kebutuhan Agregat Varians 8 Tiap Campuran.....	55
Tabel 51. Kebutuhan Agregat Tiap Campuran.....	55
Tabel 52. Kebutuhan Serat Tiap Campuran.....	56
Tabel 53. Hasil Pengujian Volumetrik Benda Uji Kontrol.....	56
Tabel 54. Hasil Pengujian Volumetrik Benda Uji Varians.....	59
Tabel 55. Hasil Pengujian Marshall Benda Uji Kontrol.....	60
Tabel 56. Hasil Pengujian Marshall Benda Uji Varians.....	62
Tabel 57. Hasil Pengujian Marshall Benda Uji Berdasarkan Mix Desain Volume	63
Tabel 58. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Bantak dengan Kadar Aspal 5%.....	65
Tabel 59. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Bantak dengan Kadar Aspal 5,5%	65
Tabel 60. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Bantak dengan Kadar Aspal 6%.....	66
Tabel 61. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Bantak dengan Kadar Aspal 6,5%.....	66
Tabel 62. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Bantak dengan Kadar Aspal 7%.....	67
Tabel 63. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Progo dengan Kadar Aspal 5%.....	67
Tabel 64. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Progo dengan Kadar Aspal 5,5%.....	68
Tabel 65. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Progo dengan Kadar Aspal 6%.....	68
Tabel 66. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Progo dengan Kadar Aspal 6,5%.....	69
Tabel 67. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Progo dengan Kadar Aspal 7%.....	69
Tabel 68. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Krasak dengan Kadar	70

Aspal 5%.....	70
Tabel 69. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Krasak dengan Kadar Aspal 5,5%.....	71
Tabel 70. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Krasak dengan Kadar Aspal 6%.....	71
Tabel 71. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Krasak dengan Kadar Aspal 6,5%.....	72
Tabel 72. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Krasak dengan Kadar Aspal 7%.....	72
Tabel 73. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Clereng dengan Kadar Aspal 5%.....	73
Tabel 74. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Clereng dengan Kadar Aspal 5,5%.....	73
Tabel 75. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Clereng dengan Kadar Aspal 6%.....	74
Tabel 76. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Clereng dengan Kadar Aspal 6,5%.....	74
Tabel 77. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Clereng dengan Kadar Aspal 7%.....	75
Tabel 78. Perhitungan Karakteristik Marshall Varians 1.....	75
Tabel 79. Perhitungan Karakteristik Marshall Varians 2.....	76
Tabel 80. Perhitungan Karakteristik Marshall Varians 3.....	76
Tabel 81. Perhitungan Karakteristik Marshall Varians 4.....	77
Tabel 82. Perhitungan Karakteristik Marshall Varians 5.....	77
Tabel 83. Perhitungan Karakteristik Marshall Varians 6.....	78
Tabel 84. Perhitungan Karakteristik Marshall Varians 7.....	78
Tabel 85. Perhitungan Karakteristik Marshall Varians 8.....	79
Tabel 86. Nilai VIM Campuran Agregat Bantak.....	79
Tabel 87. Nilai VIM Campuran Agregat Progo.....	80
Tabel 88. Nilai VIM Campuran Agregat Krasak.....	81
Tabel 89. Nilai VIM Campuran Agregat Clereng.....	81
Tabel 90. Nilai VIM Tiap Varians.....	82
Tabel 91. Nilai VMA Campuran Agregat Bantak.....	83
Tabel 92. Nilai VMA Campuran Agregat Progo.....	83
Tabel 93. Nilai VMA Campuran Agregat Krasak.....	84
Tabel 94. Nilai VMA Campuran Agregat Clereng.....	84
Tabel 95. Nilai VMA Tiap Varians.....	85
Tabel 96. Nilai VFB Campuran Agregat Bantak.....	85
Tabel 97. Nilai VFB Campuran Agregat Progo.....	86
Tabel 98. Nilai VFB Campuran Agregat Krasak.....	87
Tabel 99. Nilai VFB Campuran Agregat Clereng.....	

Tabel 100. Nilai VFB Tiap Varians.....	87
Tabel 101. Nilai Kepadatan Campuran Agregat Bantak.....	88
Tabel 102. Nilai Kepadatan Campuran Agregat Progo.....	89
Tabel 103. Nilai Kepadatan Campuran Agregat Krasak.....	89
Tabel 104. Nilai Kepadatan Campuran Agregat Clereng.....	90
Tabel 105. Nilai Kepadatan Tiap Varians.....	90
Tabel 106. Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton Agregat Bantak.....	91
Tabel 107. Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton Agregat Progo.....	92
Tabel 108. Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton Agregat Krasak.....	92
Tabel 109. Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton Agregat Clereng.....	93
Tabel 110. Nilai Stabilitas Tiap Varians.....	94
Tabel 111. Nilai Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton Agregat Bantak.....	94
Tabel 112. Nilai Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton Agregat Progo.....	95
Tabel 113. Nilai Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton Agregat Krasak.....	96
Tabel 114. Nilai Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton Agregat Clereng.....	96
Tabel 115. Nilai Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton Tiap Varians.....	97
Tabel 116. Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton Agregat bantak.....	98
Tabel 117. Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton Agregat bantak.....	98
Tabel 118. Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton Agregat Krasak.....	99
Tabel 119. Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton Agregat Clereng.....	100
Tabel 120. Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton Tiap Varians.....	100
Tabel 120. Nilai Kuat Tarik Belah Varians 1.....	101
Tabel 121. Nilai Kuat Tarik Belah Varians 2.....	102
Tabel 122. Nilai Kuat Tarik Belah Varians 3.....	103
Tabel 123. Nilai Kuat Tarik Belah Varians 4.....	104
Tabel 124. Nilai Kuat Tarik Belah Varians 5.....	105
Tabel 125. Nilai Kuat Tarik Belah Varians 6.....	106
Tabel 126. Nilai Kuat Tarik Belah Varians 7.....	107
Tabel 127. Nilai Kuat Tarik Belah Varians 8.....	108
Tabel 128. Nilai Indirect Tensle Strength Tiap Varians.....	109
Tabel 129. Agregat bantak, (kasar dan halus), filler progo.....	110
Tabel 130. Agregat bantak dan clereng (kasar dan halus), filler clereng.....	111
Tabel 131. Agregat Bantak (kasar dan halus), filler Bantak.....	111
Tabel 132. Agregat bantak (kasar dan halus), filler semen.....	111
Tabel 133. Agregat bantak, krasak (kasar dan halus), filler Bantak.....	112
Tabel 134. Agregat clereng (kasar dan halus), filler clereng.....	112

Tabel 135. Agregat krasak, progo (kasar dan halus), filler clereng.....	113
Tabel 136. Pola retak uji kuat tarik belah.....	114
Tabel 137. Proporsi agregat pada pengujian lentur.....	117
Tabel 138. Hasil pengujian kuat lentur.....	117
Tabel 139. Hasil Analisis Ftrature Energy Varians 1.....	118
Tabel 140. Hasil Analisis Ftrature Energy Varians 2.....	119
Tabel 141. Hasil Analisis Ftrature Energy Varians 3.....	119
Tabel 142. Hasil Analisis Ftrature Energy Varians 4.....	119
Tabel 143. Hasil Analisis Ftrature Energy Varians 5.....	119
Tabel 144. Hasil Analisis Ftrature Energy Varians 6.....	120
Tabel 145. Hasil Analisis Ftrature Energy Varians 7.....	120
Tabel 146. Hasil Analisis Ftrature Energy Varians 8.....	120
Tabel 147. Hasil Analisis UPV Benda Uji Silinder Varians.....	121
Tabel 148. Hasil Pengujian UPV Varians 1.....	122
Tabel 149. Hasil Pengujian UPV Varians 2.....	122
Tabel 150. Hasil Pengujian UPV Varians 3.....	123
Tabel 151. Hasil Pengujian UPV Varians 4.....	123
Tabel 152. Hasil Pengujian UPV Varians 5.....	123
Tabel 153. Hasil Pengujian UPV Varians 6.....	123
Tabel 154. Hasil Pengujian UPV Varians 7.....	123
Tabel 155. Hasil Pengujian UPV Varians 8.....	123

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Dewasa ini, dengan meningkatkan jumlah kendaraan, menjadikan beban lalu lintas meningkat begitu cepat, hal ini ditunjang dengan adanya iklim tropis di Indonesia yang pada dasarnya telah memberikan pengaruh buruk terhadap kinerja perkerasan lentur. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan jalan, berbagai inovasi terus dilakukan berkaitan dengan tingkat pelayanan/kinerja jalan, agar didapatkan kualitas yang memenuhi taraf kinerja struktur perkerasan lentur. Kualitas jalan yang ditingkatkan dapat berupa memodifikasi aspal untuk meningkatkan kinerja perkerasan maupun material campuran beraspal.

Berbagai alternatif dalam meningkatkan kualitas campuran bahan bitumen (Aspal), salah satunya adalah meningkatkan mutu aspal sebagai bahan pelakat atau pelindung pada campuran beraspal dengan cara mencampur bahan aditif pada aspal (bitumen). Untuk meningkatkan mutu aspal dapat dilakukan dengan menambahkan polimer sebagai bahan aditif, tetapi harga polimer lebih mahal. Oleh karena itu, pada penelitian ini polimer diganti dengan limbah plastik ke dalam aspal sebagai bahan aditif yang lebih murah. Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan aspal penetrasi rendah 60/70, dengan tujuan untuk menghasilkan aspal penetrasi tinggi yang telah dicampur dengan serat polypropylene.

Bahan bitumen AC 60/70 pertamina merupakan cementitious material yang mempunyai kualitas menengah dibandingkan dengan jenis bahan bitumen lainnya. Dalam pemanfaatannya dilapangan, material ini banyak digunakan terutama untuk perkerasan lentur jalan, dengan perencanaan tingkat pelayanan jalan Nasional/kabupaten kota. Material ini tergolong cukup murah, dikarenakan ketersediannya yang cukup banyak sekitar $\pm 50\%$ dibandingkan dengan jenis lainnya.

Material jenis ini tergolong material cerdas (smart material), dikatakan material cerdas karena dapat berubah dengan sendirinya tanpa diperlakukan secara khusus. Perlakuan khusus yang dimaksud adalah

apabila terkena panas, maka akan meleleh dengan sendirinya dan apabila terkena dingin juga demikian. Sehingga dalam pemilihan bahan aditif perlu dipertimbangkan beberapa aspek, terutama bahan yang dapat menambah sifat rheologi material ini, dalam hal ini dipilih serat polypropylene monofilament yang mempunyai kuat tarik tinggi, dan tahan pada suhu pembakaran sampai dengan 140⁰C. Sehingga dapat digunakan untuk lalu lintas berat. Dengan adanya penambahan serat polypropylene ini, maka fokus utama dalam peningkatan kualitas material jenis ini adalah meningkatnya sifat khusus seperti stabilitas dinamis, kecepatan deformasi, Modulus Resilient, dan daktilitas material. Sehingga harapannya adalah adanya peningkatan mutu material dari menengah menjadi tinggi, dengan tingkat pelayanan aman, masa layan yang panjang, mudah dan murah untuk diperbaiki serta mempunyai biaya yang murah dalam perawatan.

Sebagai material pengisi (agregat) dalam penelitian ini digunakan Bantak. Bantak adalah material yang berasal dari Gunung merapi yang terletak di perbatasan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Provinsi Jawa Tengah. Menurut Abdullah Sanny (2010) mengatakan bahwa siklus meletusnya gunung merapi awalnya rutin selama 4 tahunan. Hal itu bisa dilihat dari dokumen Belanda sejak pertama kali gunung api itu tercatat meletus pada 1554. Akan tetapi, siklus ini sekarang turun menjadi 3 tahunan. Letusan gunung merapi menimbulkan dampak negatif dan positif bagi masyarakat sekitar gunung merapi, salah satu dampak positifnya adalah berjuta meter kubik material vulkanik hasil letusan gunung merapi yang terdiri dari pasir, kerikil, dan batuan yang bisa dimanfaatkan untuk aplikasi bahan bangunan. Salah satunya adalah agregat bantak (istilah masyarakat setempat).

Agregat bantak merupakan material berpori dan memiliki tingkat kekerasan yang rendah. Bantak masih sangat minim digunakan di daerah asalnya. Walaupun ketersediaannya sangat banyak, sekitar 80% ($\pm 1.200.000\text{m}^3$) dari material Gunung Merapi terdiri dari agregat bantak. Dengan adanya tingkat kekerasan yang rendah, usaha perbaikan material yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan adanya material cerdas

(smart material) kombinasi bitumen 60/70 dan serat polypropylene, sehingga diharapkan akan menambah kinerja material tersebut agar dapat digunakan untuk struktur perkerasan lentur jalan raya yang murah, aman, awet dan ketersediaan bahan baku yang memadai untuk dapat dieksploitasi tanpa merusak ekosistem alam dan lingkungan. Karena ketersediaannya yang cukup banyak tersebut, maka dapat dikatakan juga bahwa material ini ramah lingkungan apabila digunakan untuk material perkerasan lentur struktur jalan.

Selanjutnya dalam rangka upaya pemanfaatan material vulkanik letusan gunung merapi yaitu agregat bantak serta mendukung kegiatan pembangunan infrastruktur khususnya jalan, peningkatan ekonomi masyarakat serta penanganan masalah lingkungan, perlu dikembangkan pemanfaatan material tersebut sebagai bahan perkerasan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan (2010), agregat bantak dimanfaatkan untuk aplikasi campuran agregat kasar struktur beton. Agregat bantak juga pernah diteliti oleh Rahaidani (2010) dan dilanjutkan oleh Dodi (2012) dkk. yang dimanfaatkan sebagai campuran agregat kasar pada perkerasan jalan.

Dalam rangka mencapai sasaran penelitian, maka perlu disusun suatu strategi yang tertuang dalam lingkup dan metode penelitian yang meliputi analisis bahan baku (sifat kimia, fisik, dan mekanik), uji coba campuran beraspal panas di laboratorium dari berbagai proporsi campuran dan kadar aspal. Melalui serangkaian penelitian tersebut, diharapkan akan diperoleh suatu proporsi yang tepat dan hasil yang baik sehingga dapat membantu dalam kegiatan industri konstruksi.

Temuan inovasi yang ditargetkan pada penelitian ini adalah peningkatan kinerja agregat bantak yang belum dimanfaatkan oleh masyarakat industri, harapannya adalah pembangunan infrastruktur perkerasan lentur dapat digunakan material Bantak. Target secara umum dari penelitian ini adalah didapatkan inovasi baru tentang pengembangan metode untuk pencampuran serat polypropylene, sedangkan target secara khusus adalah pengembangan keilmuan dalam bidang vokasi khususnya

teknik sipil, terkait dengan perkerasan lentur jalan dan jembatan, mengingat kedua ranah keilmuan tersebut merupakan bidang yang belum banyak dikembangkan dari segi keilmuan yang memadai. Beberapa hal terkait dengan bidang keilmuan vokasi tersebut dan luaran yang diharapkan diantaranya adalah adanya pengembangan tentang jenis pengujian yang mengacu pada tata cara basah dan kering (belum dikembangkan oleh SNI), sehingga dalam penelitian ini nantinya akan mendapatkan metode baru dalam tata cara pengujian agregat menggunakan polypropylene fiber.

B. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang harus dikaji dan dikembangkan berkaitan dengan peningkatan agregat adalah sebagai berikut:

1. Modifikasi sifat bahan pengikat (cementitious materials)
2. Peningkatan kualitas Penetrasi bitumen 60/70
3. Metode pencampuran cara basah dan kering
4. Metode optimasi untuk kadar bitumen optimum
5. Metode optimasi proporsi untuk menentukan jumlah kandungan serat polypropylene optimum.
6. Kecepatan perambatan gelombang ultrasonik belum diketahui nilainya pada skema pengujian Marshall
7. Belum diketahuinya nilai durabilitas Marshall laboratorium.
8. Belum diketahuinya kinerja flexible pavement ditinjau dari permeabilitas, flexural strength, indirect tensile test, fracture Energy, campuran Marshall laboratorium.

C. Perumusan masalah

Sesuai dengan latar belakang masalah di atas, maka permasalahan yang terkait dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kinerja agregat Bantak ditinjau dari durabilitas material?
2. Bagaimanakah nilai flexural, indirect tensile test, dan fracture energy campuran Marshall laboratorium?

3. Bagaimanakah kinerja Marshall optimum ditinjau dari pengujian Non-Destructive Test materials menggunakan Ultrasonic Pulse Velocity Method (UPVM)?

D. Keutamaan Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan solusi untuk mendapatkan inovasi baru dalam metode pencampuran komposisi bahan bitumen dan serat, serta pengembangan infrastruktur konstruksi yang murah, ketersediaannya melimpah, perawatan mudah dan perbaikan yang cepat. Adapun tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengembangkan teknologi smart material yang mempunyai nilai ekonomis tinggi (murah, awet, mudah dalam perbaikan) dan dapat meminimalisir konsumsi sumberdaya alam terkait dengan kebutuhan perkerasan lentur jalan.
- 2) Mengembangkan model struktur perkerasan lentur baru dengan komposisi bahan campuran modifikasi dan agregat dengan kualitas rendah, agar didapatkan suatu produk unggulan yang memiliki kualitas lebih tinggi dibandingkan dengan standar yang sudah ada (SNI)
- 3) Memberikan nilai tambah ekonomis warga sekitar kawasan Merapi, untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar, tanpa adanya eksploitasi alam yang berlebihan.
- 4) Mengembangkan bidang keilmuan vokasi teknik sipil, khususnya berkaitan dengan bidang ilmu Jalan dan Jembatan di Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

E. Luaran Penelitian

Setelah selesainya penelitian pada tahap pertama, maka harapanya dapat dicapai beberapa hal sebagai berikut:

1. Makalah yang dapat diterbitkan pada jurnal internasional dan Conference yang bereputasi, yang ter-index pada berbagai database yang kredibel

seperti scopus, proquest, ebsco, gale-cengage ataupun cambridge scientific abstract.

2. Mengembangkan kerjasama yang lebih terstruktur dengan pihak swasta yang saat ini sudah berkomunikasi dengan peneliti dan menunjukkan minat yang besar untuk memanfaatkan potensi agregat Bantak sebagai bahan perkerasan lentur jalan ramah lingkungan.

BAB II KAJIAN TEORI

A. Agregat

1. Sifat Agregat sebagai Material Perkerasan Jalan

Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Oleh karena itu perlu pemeriksaan yang teliti sebelum diputuskan suatu agregat dapat dipergunakan sebagai material perkerasan jalan. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai material jalan adalah gradasi, kebersihan, kekerasan, dan ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan untuk menyerap air, berat jenis dan daya lekat terhadap aspal. Gradasi agregat merupakan sifat yang sangat luas pengaruhnya terhadap kualitas perkerasan secara keseluruhan. Ukuran butir agregat menurut AASHTO T27-88 atau SNI 03-1968-2002 disajikan pada Tabel 1 di bawah.

Tabel 1. Ukuran butir agregat

Ukuran saringan	Bukaan (mm)	Ukuran saringan	Bukaan (mm)
4 inchi	100	3/8 inchi	9,5
3 1/2 inchi	90	No.4	4,75
3 inchi	75	No.8	2,36
2 1/2 inchi	63	No.16	1,18
2 inchi	50	No.30	0,6
1 1/2 inchi	37,5	No.50	0,3
1 inchi	25	No.100	0,15
3/4 inchi	19	No.200	0,075
1/2 inchi	12,5	-	-

2. Daya Tahan Agregat

Daya tahan agregat merupakan ketahanan terhadap adanya penurunan mutu akibat proses mekanis dan kimiawi. Agregat dapat mengalami proses degradasi, yaitu perubahan gradasi, akibat pecahnya butir-butir agregat. Daya tahan agregat terhadap beban mekanis diperiksa dengan melakukan pengujian abrasi menggunakan alat abrasi Los Angeles, sesuai dengan SNI-03-2417-1991 atau AASHTO T96-87. Gaya mekanis

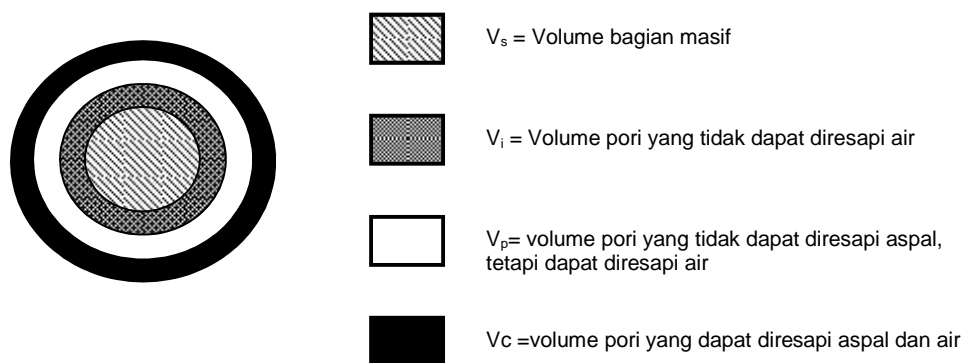
pada pemeriksaan dengan alat abrasi Los Angeles diperoleh dari bola-bola baja yang dimasukkan dengan agregat yang hendak diuji.

3. Daya Lekat Aspal Terhadap Agregat

Daya lekat aspal terhadap agregat dipengaruhi oleh sifat agregat terhadap air. Granit dan agregat yang mengandung silica merupakan agregat yang bersifat hydrophilic, yaitu agregat yang mudah diresapi air, hal ini mengakibatkan agregat tersebut tidak mudah dilekati aspal, ikatan aspal dengan agregat mudah lepas. Sebaliknya agregat seperti diorit, andesit, merupakan agregat hydrophobic, yaitu agregat yang tidak mudah terikat dengan air, tetapi mudah terikat dengan aspal.

4. Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat volume agregat dan volume air. Agregat dengan berat jenis kecil mempunyai volume yang besar atau berat jenis ringan.



Gambar 1. Skema volume butir agregat

Pada Gambar 1 di atas terlihat skema volume butir agregat, yang terdiri dari volume agregat massif (V_s), volume pori yang tidak dapat diresapi oleh air (V_i), volume pori yang diresapi air (V_p+V_c), dan volume pori yang dapat diresapi aspal (V_c).

$V_s+V_p+V_i+V_c$ = volume total butir agregat

$V_p+V_i+V_c$ = volume pori agregat

$$\text{Besarnya berat jenis efektif} = \frac{B_k}{(V_s + V_i + V_p) \times \alpha_a} \dots\dots\dots(1)$$

5. Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material perekat (cementitious), berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsure utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Tar adalah material berwarna coklat atau hitam, berbentuk cair atau semipadat dengan unsur utama bitumen sebagai hasil kondensat dalam destilasi destruktif dari batubara, minyak bumi, atau material organik lainnya. Pitch didefinisikan sebagai material perekat (cementitious) padat, berwarna hitam atau coklat tua, yang berbentuk cair jika dipanaskan. Pitch diperoleh sebagai residu dari destilasi fraksional tar. Tar dan pitch tidak diperoleh di alam, tetapi merupakan produk kimiawi. Dari ketiga material pengikat di atas, aspal merupakan material yang umum digunakan untuk bahan pengikat agregat oleh karena itu seringkali bitumen disebut juga sebagai aspal.

Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4 – 10 % berdasarkan berat campuran, atau 10 -15% berdasarkan volume campuran.

Indonesia memiliki aspal alam yaitu di pulau Buton, yang berupa aspal gunung, terkenal dengan nama Asbuton (Aspal Batu Buton). Asbuton merupakan batu yang mengandung aspal. Deposit asbuton membentang dari Kecamatan Lawele sampai Sampolawa. Cadangan deposit berkisar 200 juta ton dengan kadar aspal bervariasi antara 10 sampai 35% aspal. Penggunaan asbuton sebagai salah satu material perkerasan jalan telah dimulai sejak tahun 1920, walaupun masih bersifat konvensional.

Asbuton merupakan campuran antara bitumen dengan bahan mineral lainnya dalam bentuk batuan. Karena asbuton merupakan material yang ditemukan begitu saja di alam, maka kadar bitumen yang

dikandungnya sangat bervariasi dari rendah sampai tinggi. Untuk mengatasi hal ini, maka asbuton mulai diproduksi dalam berbagai bentuk di pabrik pengolahan asbuton. Produk asbuton dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu: (1) Produk asbuton yang masih mengandung material filler, seperti asbuton kasar, asbuton halus, asbuton mikro, dan butonite mastic asphalt; (2) Produk asbuton yang telah dimurnikan menjadi aspal murni melalui proses ekstraksi atau proses kimiawi.

a. Aspal Minyak

Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu destilasi minyak bumi. Setiap minyak bumi dapat menghasilkan residu jenis asphaltic base crude oil yang banyak mengandung aspal, paraffin base crude oil yang banyak mengandung parafin, atau mixed base crude oil yang mengandung campuran antara parafin dan aspal. Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal minyak jenis asphaltic base crude oil.

b. Jenis Semen Aspal (AC)

Semen aspal dibedakan atas nilai penetrasi/viskositasnya. Berdasarkan nilai penetrasinya, AASHTO membagi semen aspal kedalam 5 kelompok jenis aspal, yaitu aspal 40-50, aspal 60-70, aspal 85-100, aspal 120-150 dan aspal 200-300.

Di Indonesia, aspal yang digunakan untuk perkerasan jalan dibedakan atas aspal pen 60 dan pen 80. Persyaratan kualitas aspal yang umum digunakan di Indonesia Berdasarkan Buku Menteri Pembekalan Sertifikasi Tenaga Inti Konsultan Supervisi, Modul-VI 2002. seperti pada Tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Spesifikasi AASHTO M 20-70 (2002) untuk berbagai Nilai penetrasi aspal laboratorium

Jenis Aspal Sesuai Penetrasi	40 – 50	60 – 70	85 – 100	120 – 150	200 – 300
Penetrasi	40 – 50	60 – 70	85 – 100	120 – 150	200 – 300
Titik nyala	235	235	235	220	180
Daktilitas	100	100	100	100	100
Solubilitas	99	99	99	99	99
TFOT					
Kehilangan Berat	0,8	0,8	1	1,3	1,5
Penetrasi setelah	58	54	50	46	40

kehilangan berat				
Daktilitas setelah kehilangan berat	50	75	100	100

T

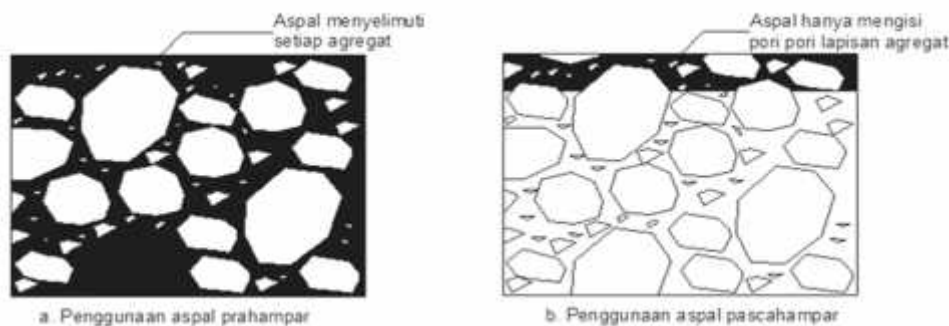
Tabel 3. Spesifikasi AASHTO untuk berbagai nilai penetrasi aspal, AASTHO M 20 – 70 (1990)

Jenis aspal (sesuai penettrasi)	60	80
Penetrasi	60 – 79	80 – 99
Titik nyala	200	225
Daktilitas	100	100
Solubilitas	99	99
TFOT		
Kehilangan Berat	0,4	0,6
Penetrasi setelah kehilangan berat	75	75
Berat Jenis	1	1

6. Fungsi Aspal Sebagai Material Perkerasan Jalan

Aspal yang dipergunakan sebagai material perkerasan jalan berfungsi sebagai: (a) Bahan Pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan sesama aspal; (b) bahan pengisi, mengisi rongga antar butir agregat dan pori-pori yang ada dalam butir agregat itu sendiri.

Ilustrasi tentang aspal untuk setiap butir agregat digambarkan pada Gambar 2 di bawah ini.



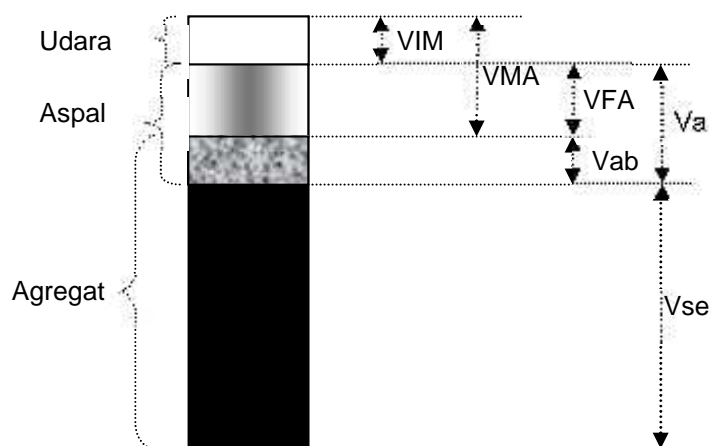
Gambar 2. Perbedaan fungsi aspal pada lapisan jalan

7. Sifat Volumetrik dari Campuran Beton Aspal

Beton aspal dibentuk dari agregat, aspal, dan atau tanpa bahan tambahan, yang dicampur secara merata atau homogen di instalasi pencampuran pada suhu tertentu. Campuran kemudian dihamparkan dan dipadatkan, sehingga berbentuk beton aspal padat.

Secara analitis, dapat ditentukan sifat volumetrik dari beton aspal padat, baik yang dipadatkan di laboratorium, maupun di lapangan. Parameter yang biasa digunakan adalah:

- a. V_{mb} : Volume bulk dari beton padat
- b. V_{sb} : volume agregat, adalah volume bulk dari agregat (volume bagian massif + pori yang ada di dalam masing-masing butir agregat).
- c. V_{se} : volume agregat, adalah volume efektif dari agregat (volume bagian massif + pori yang tidak terisi aspal di dalam masing-masing butir agregat).
- d. VMA : volume pori di antara butir agregat campuran, dalam beton aspal padat, termasuk yang terisi oleh aspal, (void in the mineral aggregate).
- V_{mm} : volume tanpa pori dari beton aspal padat
- e. VIM : volume pori beton aspal padat (void in mix).
- f. VFA : volume pori beton aspal padat yang terisi oleh aspal (volume of voids filled with asphalt).
- g. V_{ab} : volume aspal yang terabsorpsi kedalam agregat dari beton aspal padat
- h. Tebal film aspal : Tebal film aspal atau selimut aspal seingkali digunakan pula untuk menentukan karakteristik beton aspal.



Gambar 3. Skematis berbagai jenis volume beton aspal
(Sukirman, 2005)

8. Jenis-jenis gelombang

Menurut cara penyebaran gelombang yang timbul pada saat permukaan sebuah benda elastis diberi sebuah beban dinamis atau beban yang bergetar, maka gelombang dapat dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

- a. Gelombang kompresi (gelombang primer/longitudinal/wave) Pada gelombang kompresi ini pergerakan partikel tersebut sejajar dengan arah penjalaran gelombang P menjalar dengan kecepatan tertentu. Jika melewati material yang bersifat kompak atau keras, maka

kecepatan gelombang P akan lebih tinggi dibandingkan jika melewati material yang "lunak".

b. Gelombang geser (gelombang sekunder/transversal/S-waves)

Disebut gelombang geser apabila pergerakan partikel tersebut tegak lurus terhadap arah penalaran gelombang.

c. Gelombang permukaan (gelombang rayleigh)

Gelombang rayleigh atau groundroll adalah gelombang yang menjalar di permukaan dengan pergerakan partikelnya menyerupai ellips. Karena menjalar dipermukaan, amplitude gelombang Rayleigh akan berkurang dengan bertambahnya kedalaman.

Hubungan frekuensi f dan gelombang dari pergerakan penyebaran gelombang dengan kecepatan adalah: $V = f \cdot \lambda$, frekuensi dalam satuan Hertz atau putaran/detik dan panjang gelombang dalam satuan jarak misal (mm). Peningkatan frekuensi diiringi menurunnya panjang gelombang, dan demikian sebaliknya. Saat rambatan gelombang menjalar pada permukaan yang berbeda propertiesnya, sebagian energi gelombang akan tersebar dari lintasan awalnya.

Sebagai contoh adalah rongga, retak, dan butir agregat dalam beton berperan untuk menyebarkan energi utama gelombang tekan dari lintasan awalnya. Untuk beton, batas atas frekuensi yang dapat dipakai yaitu kira-kira 500 kHz, sehingga dihasilkan panjang lintasan kira-kira 10 mm, dimana sama dengan ukuran agregat kasar. Sebagai akibatnya, panjang lintasan itu dapat efektif dijelajahi pada batas atas frekuensi ini sebelum kecepatan gelombang menyebar seluruhnya hanya dalam beberapa centimeter. Panjang lintasan yang lebih besar dapat dijelajahi menggunakan frekuensi yang lebih rendah (wave length) besar, sebuah frekuensi sebesar 20 kHz biasanya dapat menjelajah lebih dari 10 m pada beton.

9. Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)

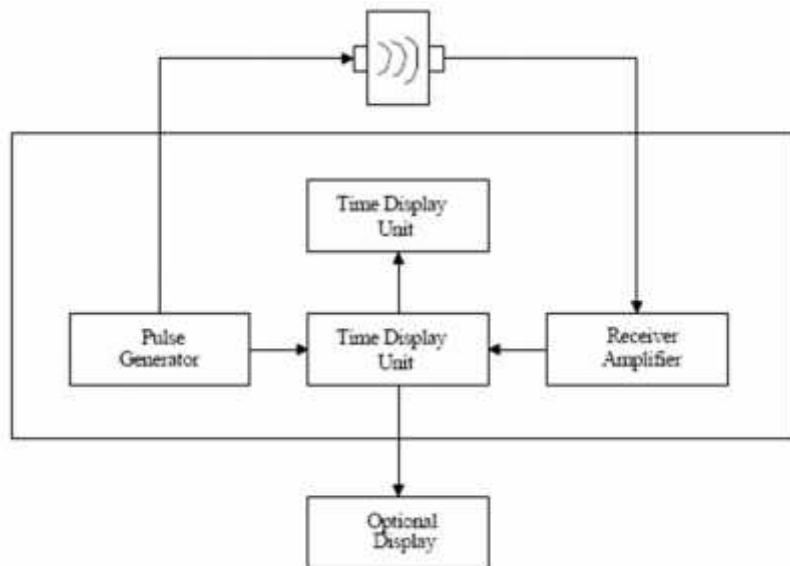
Prinsip penggunaan metode Ultrasonic Pulse Velocity didasarkan pada kecepatan gelombang tekan yang melintasi sebuah benda yang tergantung pada elastic properties dan kepadatan bendanya. Menurut

ASTM C597-02 (2003); Cara kerja Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) yaitu transducer pengirim (transmitter) mengirimkan gelombang dan ditangkap oleh transducer penerima (receiver) yang terletak sejauh L dari transmitter. Alat Ultrasonic Pulse Velocity menampilkan besarnya waktu yang diperlukan oleh gelombang untuk melalui beton yang disebut travel time (t). Dengan demikian kecepatan gelombang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V = \frac{L}{\Delta_t} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

V : kecepatan perambatan gelombang ultrasonik (km/s); L: panjang lintasan gelombang (m); t : travel time (s).



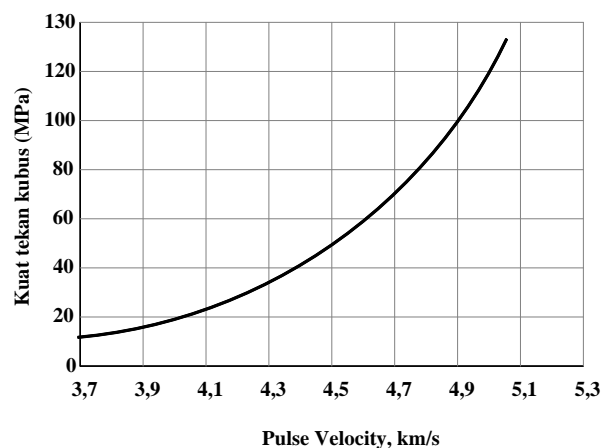
Gambar 4. Skema cara alat kerja UPV
(Sumber: ASTM C597-02, 2003)

Kecepatan gelombang untuk beton, biasanya berkisar antara 3700smpai 4200 m/s. oleh karena itu, untuk panjang lintasan 300 mm, travel timenya kurang lebih 70 sampai dengan 85 μ s . Hal ini jelas bahwa peralatan tersebut harus mampu mengukur dengan sangat akurat seperti mengukur travel time yang pendek. Panjang lintasan juga harus diukur dengan teliti, karena metode Ultrasonic Pulse Velocity adalah sebuah teknik perambatan gelombang, banyak sumber yang

menimbulkan menipisnya gelombang pada elemen saat pengujian (misal jack hammer) harus disingkirkan selama pengujian.

Pengiriman dan penerimaan gelombang dapat berjalan dengan baik, jika transducer harus terhubung seluruhnya ke obyek yang diuji, karena jika ada kantong udara yang terperangkap, kemungkinan dapat menyebabkan kesalahan pada pembacaan travel time, untuk menghindari hal tersebut maka digunakan couplant. Couplant yang disediakan di pasaran antara lain minyak teer (petroleum jelly), pelumas (grease), sabun cair dan pasta kaolin-glyserol. Penggunaan couplant harus setipis mungkin, namun jika permukaan beton sangat kasar maka digunakan grease yang lebih tebal. Perataan dilakukan sebelum pelaksanaan uji UPV. Sewaktu pelaksanaan uji UPV, transducer diberi tekanan yang konstan, ulangi pembacaan pada tempat yang sama, sampai didapat nilai travel time minimum.

Pengujian UPV dapat digunakan untuk memprediksi besarnya kuat tekan beton. Besarnya kuat tekan beton diperkirakan dari kecepatan perambatan gelombang ultrasonik, kemudian hasilnya di plotkan kedalam grafik hubungan antara kuat tekan beton dan kecepatan perambatan gelombang. Menurut Budi (2008) grafik hubungan antara kuat tekan beton pulse velocity disajikan pada Gambar 5 di bawah.



Gambar 5. Hubungan antara kuat tekan beton dan UPV pada umur 28 hari (Sumber: Budi, 2008)

B. Kajian Teori tentang Variabel

1. Aspal AC 60/70, Modifikasi Aspal AC 60/70 dan Emulsi

Hafeez (2009) meneliti tentang penggunaan aspal modifikasi 60/70 dan 40/50, kadar filler berturut-turut sebesar 2,4%, 3,4% dan 4,4%, menggunakan bahan tambah modifikasi aspal tetrapolymer berfungsi untuk mencari perilaku aspal hot mix akibat beban permanen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan aspal midifikasi tetrapolymer pada daerah rasio plastik ke daerah elastik adalah fungsi dari jumlah repetisi beban, temperatur, tingkat tegangan, modulus aspal semen dan gradasi agregat. Pengujian creep menunjukkan hasil yang sama dengan prediksi deformasi permanen dibandingkan dengan pengujian beban berulang. Campuran hot mix dengan menggunakan agregat kasar mempunyai ketahanan yang lebih baik apabila dibandingkan agregat halus apabila ditinjau dari beban berulang dan dan besarnya regangan yang terjadi pada specimen.

2. Persentase untuk menghasilkan stabilitas Marshall Optimum

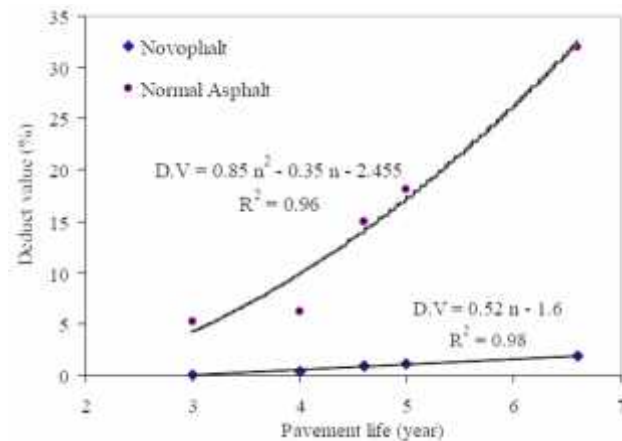
Al-Taher, et. Al (2008) mengusulkan mix desain aspal untuk pengujian Marshall modifikasi polymer dengan menggunakan novophalt sebagai berikut:

Tabel 4. Karakteristik mix desain aspal

Mix Properties	Novophalt		Normal Asphalt	
	B.C	S.C	B.C	S.C
% of Asphalt content	4,8	5,4	4,5	5,3
Stability (lb)	3030	4480	2630	2980
Density (t/m ³)	2.307	2.336	2.317	2.350
Flow (0,01in)	13	14,10	12,10	13,90
% Air VIM	4,9	3,4	4,8	3,9
% VMA	15,20	15,30	14,90	15,0

S.C. = surface coarse; BC = binder coarse

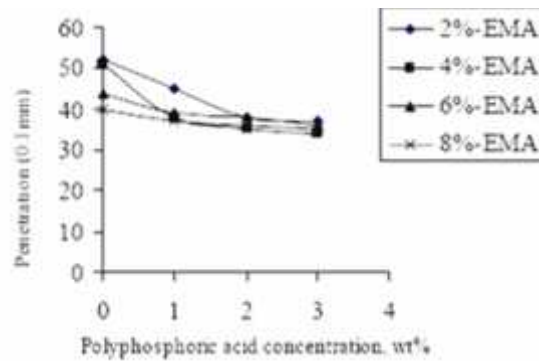
Dengan modifikasi mix desain di atas, akan menghasilkan peningkatan kualitas aspal seperti di sajikan pada Gambar 6 di bawah.



Gambar 6. Rutting deduct value with respect ratio time
(Sumber: Al-Taher, et. Al, 2008)

Sinan, et. al (2005) meneliti tentang pengaruh penggunaan polyethelene sebagai bahan tambah, pada deformasi asphalt concrete. Pengujian dilakukan dengan cara memodifikasi karakteristik aspal normal. Parameter yang digunakan pada pengujian ini adalah pemadatan aspal, persentase rongga yang terisi aspal, stabilitas marshall dan palstisitas marshall (Marshall quotient), regangan tekan dan modulus kekakuan aspal. Pengujian mekanik yang dilakukan meliputi penetrasi, titik lembek, titik nyala dan bakar. Penggunaan polyethelene sebesar 1-4% dari berat agregat pada suhu encampuran 185°C. Hasil pengujian menunjukkan pada penambahan 3% polyethelene, stabilitas Marshall meningkat sebesar 57%.

Sedangkan pada penambahan 2% polyethelene, terjadi penurunan nilai regangan sebesar 34% dan peningkatan kekakuan sebesar 52%. Penambahan polyethelene akan meningkatkan ketahanan deformasi plastis aspal, berdasarkan nilai stabilitas dan kekakuan aspal. Penggunaan aspal modifikasi polyethelene cocok apabila digunakan pada lalu lintas suhu tinggi. Pengujian aspal modifikasi juga menunjukkan hasil yang optimal, seperti yang dilakukan oleh Trakarnpruk, W (2005) seperti disajikan pada Gambar 7 di bawah ini.

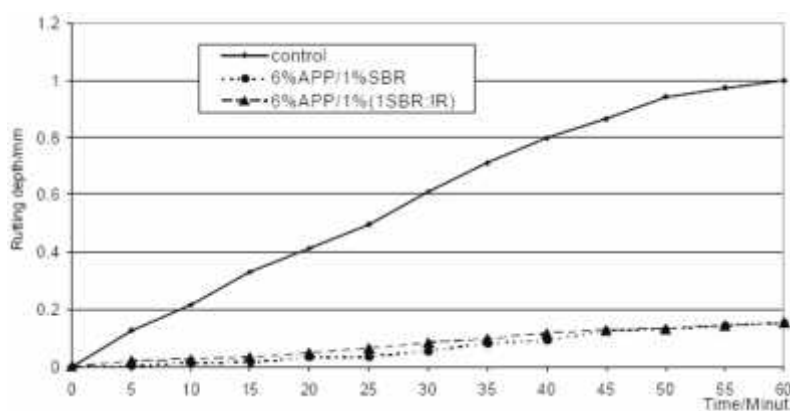


Gambar 7. Pengaruh penambahan EMA dan PPA pada nilai penetrasi
(Sumber: Trakarnpruk, 2005)

3. Karakteristik Berbagai pengujian Aspal (titik nyala, lembek, bakar, penetrasi)

Ghaly (2008) melaporkan tentang pengaruh kombinasi polypropylene dan styrene-butadiene styrene pada aspal, dan kinerja campuran aspal. Dasar dari penelitian tersebut adalah adanya polymers modified asphalts (PMAs) mempunyai ketahanan yang bagus pada temperature tinggi dan rendah, akan tetapi mempunyai batas kekakuan dan kegetasan, yang menyebabkan kelelahan material dan retak karena cuaca. Penelitian ini menggunakan delapan modifikasi aspal PP berturut-turut sebesar 3%, 4% 5%, 6% dan 7% dari berat aspal, persentase SBS sebesar 2% dari berat aspal. Marshall digunakan untuk seluruh pengujian baik modifikasi ataupun non-modifikasi, dengan dengan campuran aspal sebesar 6%, pengujian dilakukan dengan menggunakan Wheel tracking test (WTT). Hasil pengujian menunjukkan bahwa modifikasi aspal dapat memperbaiki sifat mekanik aspal. Adanya polypropylene berpengaruh terhadap fleksibilitas dan stabilitas pada temperatur yang rendah dan tinggi. Akan tetapi, pencampuran antara styrene butadiene-styrene dengan polypropylene secara signifikan akan mengurangi kegetasan pada aspal pada saat suhu rendah. Penambahan polypropylene sebesar 6% dan styrene butadiene 2% akan meningkatkan kinerja aspal pada temperatur tinggi sekalipun, sampai dengan 88,3%.

Hussain and Ghaly (2008) melaporkan tentang penggunaan aspal modifikasi campuran panas hot mix untuk perawatan jalan raya karena pengaruh umur dan pembebanan berulang pada jangka waktu yang lama. Fokus dari penelitian ini adalah kinerja aspal modifikasi yang digunakan sebagai lapis ulang (overlay) jalan. Bahan tambah yang digunakan adalah Atactic-Polypropylene (APP) dengan kadar 3%-7% dari berat aspal. Bahan tambah lainnya adalah styrene-butadiene (SBR), tier rubber (R) untuk memodifikasi aspal penetrasi 60/70. Pengujian yang dilakukan adalah titik lembek, penetrasi, indeks penetrasi, dynamic viscosity, pengujian tarik, Marshall dan Wheel tracking test. Hasil pengujian menunjukkan bahwa karakteristik aspal dapat ditingkatkan dengan adanya penambahan Atactic-Polypropylene (APP), hal ini berdasarkan pada hasil pengujian mekanik nilai polymer rasio. Pemakaian bahan tambah optimum pada penambahan APP sebesar 6% dan ISBR:1R sebesar 1%. Kekakuan, PTS dan tegangan tarik APP modifikasi dapat memperbaiki sifat aspal pada temperatur rendah ketika rubber ditambahkan sebesar 1%. Nilai stabilitas dan plastisitas Marshall meningkat berturut-turut sebesar 35% dan 11,7% pada penemabahan APP sebesar 6% dan ISBR:1R sebesar 1%. Penambahan APP secara umum akan meningkatkan kualitas aspal sebesar 84,3%. Berikut disajikan gambar perbandingan aspal modifikasi APP dan SBR dengan benda uji kontrol.



Gambar 8. Pengaruh modifikasi aspal tipe rutting depth

Al-Taher, et. Al (2008) di Saudi Arabia meneliti tentang hasil pengujian modifikasi aspal polymer menggunakan novophalt. Hasil pengujian menunjukkan penggunaan novophalt sebagai bahan tambah untuk meningkatkan karakteristik asfalt. Penggunaan novophalt akan lebih baik jika ditambahkan dengan polyethelene sebesar 4-6%. Metode pengujian dilakukan dengan mengidentifikasi hubungan antara geometri, struktur, dan kondisi maksimal pada beban lalu lintas. Hasil analisis menunjukkan penggunaan asfalt novophalt lebih efektif dari segi kekuatan, kekelan bentuk geometri akibat beban berulang dan kestabilan karakteristik marshall. Akan tetapi, apabila ditinjau dari segi ekonomi tidak cukup efektif dikarenakan penggunaan bahan tambah polyethelene yang membutuhkan biaya besar. Besarnya peningkatan kekuatan aspal sebesar 53% dibandingkan dengan aspal normal. Apabila dihubungkan dengan tingkat keawetan rigid pavement, asfalt novophalt merupakan salah satu teknologi alternatif untuk menggantikan material AC 60/70 normal menjadi material kuat dan mempunyai durability optimal pada tingkat kinerja struktur rigid pavement optimum.

Tuntiworawit, et. al. (2005) meneliti tentang modifikasi aspal AC 60/70 dengan menggunakan Rubber Latex 1% sampai dengan 13% dari berat volume, sebagai bahan tambah pada campuran aspal hot mix. Hasil pengujian menunjukkan bahwa natural rubber latex sebagai bahan tambah merupakan salah satu alternatif terbaik untuk meningkatkan performa hot mix. Penggunaan natural rubber latex dapat meningkatkan fleksibilitas dan stabilitas pada asfalt pavement. Hasil proporsi natural rubber latex optimum didapatkan nilai sebesar 9% dari berat volume agregat.

Trakarnpruk dan Chanathup (2005) meneliti tentang sifat fisik dan rheologi aspal modifikasi dengan polyethelene co-methylacrylate dan acid (asam). Aspal polymer modifikasi AC 60/70 ditambahkan polyethelene co-methylacrylate sebesar (2-8%) dari berat aspal dan polyphosphoric acid sebesar 1-3%. Pengujian sifat fisik dan rheologi dengan menambahkan campuran SBS (styrene butadiene styrene)

polymer (elastomer) sebesar 4% dari berat aspal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa recovery dan modulus elastisitas secara umum meningkat. Indikasinya adalah pada ketahanan terhadap deformasi, tingkat kinerja yang cukup baik ditunjukkan dengan adanya penambahan 4% copolymer dan 1% polyphosphoric acid, terjadi peningkatan kekuatan berturut-turut sebesar 12% dan 28% apabila dibandingkan dengan aspal tanpa modifikasi. Pengaruh penggunaan polyphosphoric acid, phosphoric acid or citric acid pada kadar 1-3%, dengan kadar polyethylene-co-methylacrylate sekitar 3% dari berat aspal, didapatkan efisiensi penggunaannya sebagai berikut polyphosphoric acid > phosphoric acid > citric acid.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Metode

Sesuai dengan tujuannya, maka penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental laboratorium, diantaranya adalah pengembangan baru metode pencampuran cara kering dan basah. Data-data yang digunakan untuk analisis lebih lanjut, berupa data primer yang diperoleh dari hasil pengukuran dalam eksperimen yang dilakukan. Pengembangan metode lainnya yaitu Non Destructive Test stuktur yang selama ini belum banyak dikembangkan untuk evaluasi pekerjaan flexibel pavement.

B. Lokasi Penelitian

Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, Selanjutnya dilakukan Pengujian yang meliputi: (a) Sifat Mekanik Bahan Bantak; (b) Perilaku model laboratorium; (c) Pengujian Non Destructive Test (NDT)

C. Material

Material yang digunakan untuk melaksanakan berbagai pengujian dalam penelitian ini meliputi: (a) Agregat Bantak Merapi, Agregat Progo, Agregat Clereng, Agregat Krasak, (b) Semen portland type I, memenuhi Persyaratan SNI 15-2049-2004; (c) Serat Polypropylene monofilament dengan diameter 18 μ m & panjang 12mm; (d) AC 60/70; (e) Vaseline merk dagang ROTARY sebagai media kecepatan perambatan gelombang (transducer ke receiver).

D. Populasi dan Sampel

Penelitian ini menggunakan tiga buah benda uji untuk setiap varians pengujian, berikut disajikan daftar rincian benda uji seperti disajikan pada Tabel 5 di bawah ini:

Tabel 5. Populasi dan Sampel Penelitian

No	Agregat	Jenis Bitumen	Variasi Serat PP	Filler	Variasi Kadar Aspal	Jumlah Benda uji	Keterangan
Control Speciment							
1	Kasar dan Halus (Bantak)	AC 60/70	0	Bantak	5%,5,5%,6%,6,5% dan 7%	15	3 Benda uji setiap varian (Stabilitas)
2	Kasar, Halus (Clereng)	AC/6070	0	Clereng	5%,5,5%,6%,6,5% dan 7%	15	3 Benda uji setiap varian (Stabilitas)
3	Kasar dan Halus (Progo)	AC/6070	0	Progo	5%,5,5%,6%,6,5% dan 7%	15	3 Benda uji setiap varian (Stabilitas)
4	Kasar dan Halus (Krasak)	AC/6070	0	Krasak	5%,5,5%,6%,6,5% dan 7%	15	3 Benda uji setiap varian (Stabilitas)
5	Kasar dan Halus (Bantak)	AC 60/70	0	Bantak	5%,5,5%,6%,6,5% dan 7%	15	3 Benda uji setiap varian (UPV)
6	Kasar, Halus (Clereng)	AC/6070	0	Clereng	5%,5,5%,6%,6,5% dan 7%	15	3 Benda uji setiap varian (UPV)
7	Kasar dan Halus (Progo)	AC/6070	0	Progo	5%,5,5%,6%,6,5% dan 7%	15	3 Benda uji setiap varian (UPV)
8	Kasar dan Halus (Krasak)	AC/6070	0	Krasak	5%,5,5%,6%,6,5% dan 7%	15	3 Benda uji setiap varian (UPV)
Skema pengujian : (a) Permeabilitas, (b) Fracture Energy, (c) UPV dan Stabilitas							
1	Kasar dan Halus (Bantak)	AC/6070	0	Progo	6%	7	Permeabilitas, Fracture Energy, UPV dan Stabilitas (@2,2,3)
2	Kasar (Bantak), Halus (Clereng)	AC/6070	0,3	Clereng	6%	7	Penentuan kadar serat berdasarkan luaran penelitian tahun Pertama
3	Kasar (Bantak), Halus	AC/6070	0,3	Bantak	6%	7	

No	Agregat	Jenis Bitumen	Variasi Serat PP	Filler	Variasi Kadar Aspal	Jumlah Benda uji	Keterangan
	(Bantak)						
4	Kasar (Bantak), Halus (Bantak)	AC/6070	0,3	Semen	6%	7	
5	Kasar (Bantak), Halus (Krasak)	AC/6070	0,3	Bantak	6%	7	
6	Kasar, Halus (Clereng)	AC/6070	0,3	Clereng	6%	7	
7	Kasar (Progo), Halus (Clereng)	AC/6070	0,3	Clereng	6%	7	
8	Kasar (Krasak), Halus (Progo)	AC/6070	0,3	Clereng	6%	7	
Skema pengujian Lentur							
1	Kasar dan Halus (Bantak)	AC/6070	0	Progo	6%	3	
2	Kasar (Bantak), Halus (Clereng)	AC/6070	0,3	Clereng	6%	3	
3	Kasar (Bantak), Halus (Bantak)	AC/6070	0,3	Bantak	6%	3	
4	Kasar (Bantak), Halus (Bantak)	AC/6070	0,3	Semen	6%	3	
5	Kasar (Bantak), Halus (Krasak)	AC/6070	0,3	Bantak	6%	3	
6	Kasar, Halus (Clereng)	AC/6070	0,3	Clereng	6%	3	
7	Kasar (Progo), Halus	AC/6070	0,3	Clereng	6%	3	

No	Agregat	Jenis Bitumen	Variasi Serat PP	Filler	Variasi Kadar Aspal	Jumlah Benda uji	Keterangan
	(Clereng)						
8	Kasar (Krasak), Halus (Progo)	AC/6070	0,3	Clereng	6%	3	
Jumlah Benda Uji						200	

E. Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan

Penelitian ini telah dipersiapkan sebelumnya dengan melakukan survei di daerah quarry yang memiliki deposit material bantak yang melimpah. Penelitian awal juga telah dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat bantak, ditinjau dari uji Marshall laboratorium. Selain itu, penelitian pendukung berkaitan dengan serat polypropylene dilakukan dengan cara mengaplikasikan serat pada konstruksi finishing mortar.

Hasil penelitian awal menunjukkan bahwa agregat bantak memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai material (agregat kasar dan halus, serta filler) yang dapat berfungsi sebagai bahan siap pakai pada konstruksi perkerasan jalan (rigid pavement). Berdasarkan tahapan yang harus dilalui dalam penyusunan proposal penelitian maka proposal ini sudah cukup detail dan dapat segera diimplementasikan. Spesifikasi benda uji, kebutuhan bahan, metode pengujian maupun jenis instrumen yang diperlukan telah ditetapkan secara terperinci. Skema pengujian sudah diimplementasikan dengan baik, sehingga hasil yang didapatkan sesuai dengan tren yang sudah direncanakan.

2. Pelaksanaan Penelitian

Secara umum, tahapan kegiatan penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan dan pengadaan bahan
2. Pengujian karakteristik Bantak

3. Pengujian karakteristik agregat alami (progo, krasak, clereng)
4. Perhitungan rencana campuran adukan (mix design Marshall)
5. Pengujian SEM dan XRD untuk agregat Bantak
6. Pengujian Daktilitas cementitious materials
7. Metode pencampuran material dengan cara kering dan cara basah
8. Pengujian Marshall
9. Pengujian Indirect tensile test
10. Pengujian flextural test
11. Pengujian permeabilitas
12. Pengujian fracture energy

Sampai akhir bulan Juni ini, telah diselesaikan penelitian hingga pengujian Pembuatan benda uji Marshall laboratorium, pembuatan benda uji indirect tensile test, pembuatan benda uji flextural test, pembuatan benda uji permeabilitas dan pembuatan benda uji fracture energy.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan data penelitian laboratorium, didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Pemeriksaan Agregat

a. Agregat Kasar Bantak

Hasil pengujian terhadap agregat kasar Bantak, tergolong kedalam spesifikasi Revisi SNI 03-1737-1989, data selengkapnya disajikan pada 6 dibawah ini:

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Bantak

No	Jenis Pemeriksaan	Sat.	Persyaratan		Hasil
			Min	Max	
1	Berat jenis curah kering /Bulk (Gsb)	gr/cc	2,5	-	2,596
2	Berat jenis curah jenuh kering permukaan /efektif (Gse)	gr/cc	2,5	-	2,611
3	Berat jenis semu (Gsa)	gr/cc	2,5		2,635
4	Penyerapan air (Sw)	%	-	3	0,565

Berdasarkan pengujian agregat kasar Bantak menunjukkan bahwa agregat tersebut memiliki berat jenis curah (bulk) pada suhu ruang 31°C sebesar 2,5963 gr/cc, berat jenis semu pada suhu ruang 31°C sebesar 2,6349 gr/cc, dan penyerapan air sebesar 0,0056%. Sedangkan pengujian keausan agregat kasar menggunakan Los Angeles menghasilkan nilai keausan rata-rata sebesar 30,18% dibawah standar yang disyaratkan oleh SNI-03-2417-1991 atau AASHTO T96-87 yaitu sebesar 40%. Kinerja agregat kasar Bantak ini, selanjutnya akan ditingkatkan dengan memberikan bahan tambah serat polypropylene fibers, dengan harapan akan dapat memberikan hasil baru yang dapat berdaya guna maksimal.

b. Agregat Halus Bantak

Hasil pengujian terhadap agregat halus Bantak, tergolong kedalam spesifikasi Revisi SNI 03-1737-1989, data selengkapnya disajikan pada Tabel 7 dibawah ini:

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Bantak

No	Jenis pemeriksaan			Sat.	Persyaratan		Hasil
					Min.	Mak.	
Agregat Halus Bantak							
1	Berat jenis curah (bulk)			gr/cc	2,5	-	2,5224
2	Berat jenis semu			gr/cc	2,5	-	2,6443
3	Penyerapan air/absorpsi			%	-	3	0,018

Hasil dari pengujian agregat halus bantak menunjukkan bahwa agregat tersebut memiliki berat jenis curah (bulk) pada suhu ruang 31°C sebesar 2,522 gr/cc, berat jenis semu pada suhu ruang 31°C sebesar 2,644 gr/cc, sehingga memenuhi spesifikasi SNI 03-1969-1990; SK SNI M-09-1989-F dan AASHTO T84-88 yaitu > 2,5, dan penyerapan air sebesar 0,018%.

c. Filler Bantak

Hasil pengujian terhadap filler Bantak, tergolong kedalam spesifikasi Revisi SNI 03-1737-1989, data selengkapnya disajikan pada Tabel 8 sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Filler Bantak

No	Jenis pemeriksaan	Sat.	Persyaratan		Hasil
			Min.	Mak.	
Filler Bantak					
1	Berat jenis curah (bulk)	gr/cc	2,5	-	2,6608
2	Berat jenis semu	gr/cc	2,5	-	2,6846
3	Penyerapan air/absorpsi	%	-	3	0,0089

Hasil yang diperoleh dari pengujian berat jenis filler Bantak pada suhu ruang 31°C yaitu sebesar 2,661 gr/cc sehingga memenuhi spesifikasi RSNI 03-1737-1989 yaitu >2,5 gr/cc.

d. Agregat Kasar Clereng

Hasil pengujian terhadap agregat kasar Clereng, tergolong kedalam spesifikasi Revisi SNI 03-1737-1989, data selengkapnya disajikan pada Tabel 9 dibawah ini:

Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Clereng

No	Jenis Pemeriksaan Agregat Clereng	Sat.	Persyaratan		Hasil
			Min	Max	
1	Berat Jenis Curah (Bulk)	gr/cc	2,5	-	2,2537
2	Berat Jenis Semu	gr/cc	2,5	-	2,4767
3	Penyerapan air (absorpsi)	%	-	3	0,0384

Berdasarkan pengujian agregat kasar Clereng menunjukkan bahwa agregat tersebut memiliki berat jenis curah (bulk) pada suhu ruang 31°C sebesar 2,254 gr/cc, berat jenis semu pada suhu ruang 31°C sebesar 2,476 gr/cc, dan penyerapan air sebesar 0,0384% sehingga belum memenuhi spesifikasi SNI 03-1969-1990; SK SNI M-09-1989-F dan AASHTO T84-88 yaitu > 2,5 gr/cc. Kinerja agregat kasar Clereng ini, selanjutnya akan ditingkatkan dengan memberikan bahan tambah serat polypropylene fibers, dengan harapan akan dapat memberikan hasil baru yang dapat berdaya guna maksimal.

e. Agregat Halus Clereng

Hasil pengujian terhadap agregat halus Clereng, tergolong kedalam spesifikasi Revisi SNI 03-1737-1989, data selengkapnya disajikan pada Tabel 10 dibawah ini:

Tabel 10. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Clereng

Tabel 16: Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Clereng					
No	Jenis pemeriksaan	Sat.	Persyaratan		Hasil
			Min.	Mak.	
Agregat Halus Clereng					
1	Berat jenis curah (bulk)	gr/cc	2,5	-	2,2449

No	Jenis pemeriksaan	Sat.	Persyaratan		Hasil
			Min.	Mak.	
2	Berat jenis semu	gr/cc	2,5	-	2,3346
3	Penyerapan air/absorpsi	%	-	3	0,0384

Hasil dari pengujian agregat halus Clereng menunjukkan bahwa agregat tersebut memiliki berat jenis curah (bulk) pada suhu ruang 31°C sebesar 2,245 gr/cc, berat jenis semu pada suhu ruang 31°C sebesar 2,335 gr/cc, sehingga belum memenuhi spesifikasi SNI 03-1969-1990; SK SNI M-09-1989-F dan AASHTO T84-88 yaitu > 2,5, dan penyerapan air sebesar 0,038%.

f. Filler Clereng

Hasil pengujian terhadap filler Bantak, tergolong kedalam spesifikasi Revisi SNI 03-1737-1989, data selengkapnya disajikan pada Tabel 11 sebagai berikut:

Tabel 11. Hasil Pemeriksaan Filler Clereng

No	Jenis pemeriksaan	Sat.	Persyaratan		Hasil
			Min.	Mak.	
1	Berat jenis curah kering /Bulk (Gsb)	gr/cc	2,5	-	2,290
2	Berat jenis curah jenuh kering permukaan /efektif (Gse)	gr/cc	2,5	-	2,360
3	Berat jenis semu (Gsa)	gr/cc	2,5		2,470
4	Penyerapan air (Sw)	%	-	3	1,204

Hasil yang diperoleh dari pengujian berat jenis filler clereng pada suhu ruang 31°C yaitu sebesar 2,29 gr/cc. Berat jenis filler Clereng dibawah spesifikasi RSNi 03-1737-1989 yaitu >2,5 gr/cc.

g. Agregat Kasar Progo

Hasil pengujian terhadap agregat kasar Progo, tergolong kedalam spesifikasi Revisi SNI 03-1737-1989, data selengkapnya disajikan pada Tabel 8 dibawah ini:

Tabel 12. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Progo

No	Jenis Pemeriksaan	Sat.	Persyaratan		Hasil
	Agregat Progo		Min	Max	
1	Berat Jenis Curah (Bulk)	gr/cc	2,5	-	2,423
2	Berat Jenis Semu	gr/cc	2,5	-	2,578
3	Penyerapan air (absorpsi)	%	-	3	0,023

Berdasarkan pengujian agregat kasar Progo menunjukkan bahwa agregat tersebut memiliki berat jenis curah (bulk) pada suhu ruang 31°C sebesar 2,4223 gr/cc, berat jenis semu pada suhu ruang 31°C sebesar 2,578 gr/cc, sehingga memenuhi spesifikasi SNI 03-1969-1990; SK SNI M-09-1989-F dan AASHTO T84-88 yaitu $> 2,5$, dan penyerapan air sebesar 0,023%.

h. Agregat Halus Progo

Hasil pengujian terhadap agregat halus Progo, tergolong kedalam spesifikasi Revisi SNI 03-1737-1989, data selengkapnya disajikan pada Tabel 13 dibawah ini:

Tabel 13. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Progo

No	Jenis pemeriksaan	Sat.	Persyaratan		Hasil
			Min.	Mak.	
Agregat Halus Progo					
1	Berat jenis curah (bulk)	gr/cc	2,5	-	2,75
2	Berat jenis semu	gr/cc	2,5	-	2,77
3	Penyerapan air/absorpsi	%	-	3	0,0233

Hasil dari pengujian agregat halus Progo menunjukkan bahwa agregat tersebut memiliki berat jenis curah (bulk) pada suhu ruang 31°C sebesar 2,75 gr/cc, berat jenis semu pada suhu ruang 31°C sebesar 2,77 gr/cc, sehingga agregat ini telah memenuhi spesifikasi SNI 03-1969-1990; SK SNI M-09-1989-F dan AASHTO T84-88 yaitu $> 2,5$, dan penyerapan air sebesar 0,0233%.

i. Filler Progo

Hasil pengujian terhadap filler Progo, tergolong kedalam spesifikasi Revisi SNI 03-1737-1989, data selengkapnya disajikan pada Tabel 14 sebagai berikut:

Tabel 14. Hasil Pemeriksaan Filler Progo

No	Jenis pemeriksaan	Sat.	Persyaratan		Hasil
			Min.	Mak.	
1	Berat jenis curah kering /Bulk (Gsb)	gr/cc	2,5	-	2,44
2	Berat jenis curah jenuh kering permukaan /efektif (Gse)	gr/cc	2,5	-	2,46
3	Berat jenis semu (Gsa)	gr/cc	2,5		2,49
4	Penyerapan air (Sw)	%	-	3	0,88

Hasil yang diperoleh dari pengujian berat jenis filler Progo pada suhu ruang 31°C yaitu sebesar 2,44 gr/cc. Berat jenis filler Progo dibawah spesifikasi RSNI 03-1737-1989 yaitu >2,5 gr/cc.

j. Agregat Kasar Krasak

Hasil pengujian terhadap agregat kasar Krasak, tergolong kedalam spesifikasi Revisi SNI 03-1737-1989, data selengkapnya disajikan pada Tabel 15 dibawah ini:

Tabel 15. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Krasak

No	Jenis Pemeriksaan	Sat.	Persyaratan		Hasil
	Agregat Progo		Min	Max	
1	Berat Jenis Curah (Bulk)	gr/cc	2,5	-	3,0012
2	Berat Jenis Semu	gr/cc	2,5	-	3,0529
3	Penyerapan air (absorpsi)	%	-	3	0,0056

Berdasarkan pengujian agregat kasar Krasak menunjukkan bahwa agregat tersebut memiliki berat jenis curah (bulk) pada suhu ruang 31°C sebesar 3,001 gr/cc, berat jenis semu pada suhu ruang 31°C sebesar 2,05 gr/cc, sehingga memenuhi spesifikasi SNI 03-1969-1990; SK SNI M-09-1989-F dan AASHTO T84-88 yaitu > 2,5, dan penyerapan air sebesar 0,0056%.

k. Agregat Halus Krasak

Hasil pengujian terhadap agregat halus Krasak, tergolong kedalam spesifikasi Revisi SNI 03-1737-1989, data selengkapnya disajikan pada Tabel 16 dibawah ini:

Tabel 16. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Krasak

No	Jenis pemeriksaan	Sat.	Persyaratan		Hasil
			Min.	Mak.	
Agregat Halus Krasak					
1	Berat jenis curah (bulk)	gr/cc	2,5	-	2,4726
2	Berat jenis semu	gr/cc	2,5	-	2,5897
3	Penyerapan air/absorpsi	%	-	3	0,018

Hasil dari pengujian agregat halus Progo menunjukkan bahwa agregat tersebut memiliki berat jenis curah (bulk) pada suhu ruang 31°C sebesar 2,47 gr/cc, berat jenis semu pada suhu ruang 31°C sebesar 2,58 gr/cc, sehingga agregat ini telah memenuhi spesifikasi SNI 03-1969-1990; SK SNI M-09-1989-F dan AASHTO T84-88 yaitu > 2,5, dan penyerapan air sebesar 0,018%.

l. Filler Krasak

Hasil pengujian terhadap filler Progo, tergolong kedalam spesifikasi Revisi SNI 03-1737-1989, data selengkapnya disajikan pada Tabel 17 sebagai berikut:

Tabel 17. Hasil Pemeriksaan Filler Krasak

No	Jenis pemeriksaan	Sat.	Persyaratan		Hasil
			Min.	Mak.	
1	Berat jenis curah kering /Bulk (Gsb)	gr/cc	2,5	-	2,438
2	Berat jenis curah jenuh kering permukaan /efektif (Gse)	gr/cc	2,5	-	2,459
3	Berat jenis semu (Gsa)	gr/cc	2,5		2,491
4	Penyerapan air (Sw)	%	-	3	0,883

Hasil yang diperoleh dari pengujian berat jenis filler Progo pada suhu ruang 31°C yaitu sebesar 2,438 gr/cc. Berat jenis filler Progo dibawah spesifikasi RSNI 03-1737-1989 yaitu >2,5 gr/cc.

c. Analisis Distribusi Agregat

Agregat yang digunakan sebagai bahan campuran aspal di bagi sesuai dengan besarnya butiran. Distribusi butiran agregat digunakan sebagai acuan mix desain campuran aspal beton. Dari hasil pengujian analisis agregat terhadap 4 jenis agregat didapatkan hasil pengujian sebagai berikut:

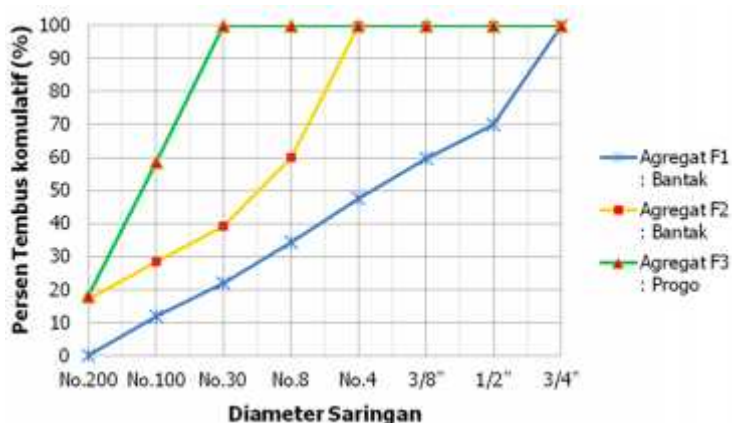
1) Analisis distribusi agregat gabungan Varians 1 (Bantak, Bantak, dan Progo)

Agregat gabungan yang digunakan pada mix design varians 1 terdiri dari agregat kasar (F1) Bantak, agregat halus (F2) Bantak, dan bahan pengisi/ filer (F3) Progo yang dijelaskan pada Tabel 18 dan Gambar 9 di bawah ini.

Tabel 18. Analisa Distribusi Agregat Varians 1

No. Saringan	Persen Tembus Komuliatif F1 (%)	Persen Tembus Komuliatif F2 (%)	Persen Tembus Komuliatif F3 (%)
No.200	0,00	17,02	18,04
No.100	12,04	28,34	58,52
No.30	21,97	39,11	100
No.8	34,44	59,96	100
No.4	47,63	100	100
3/8"	59,77	100	100
1/2"	69,90	100	100
3/4"	100	100	100

Dari hasil analisa distribusi agregat dibuat grafik distibusi tiap fraksi agregat yaitu agregat kasar, halus dan bahan pengisi/filler. Gambar 1 menunjukkan grafik tiap fraksi agregat.



Gambar 9. Grafik distribusi agregat gabungan varians 1

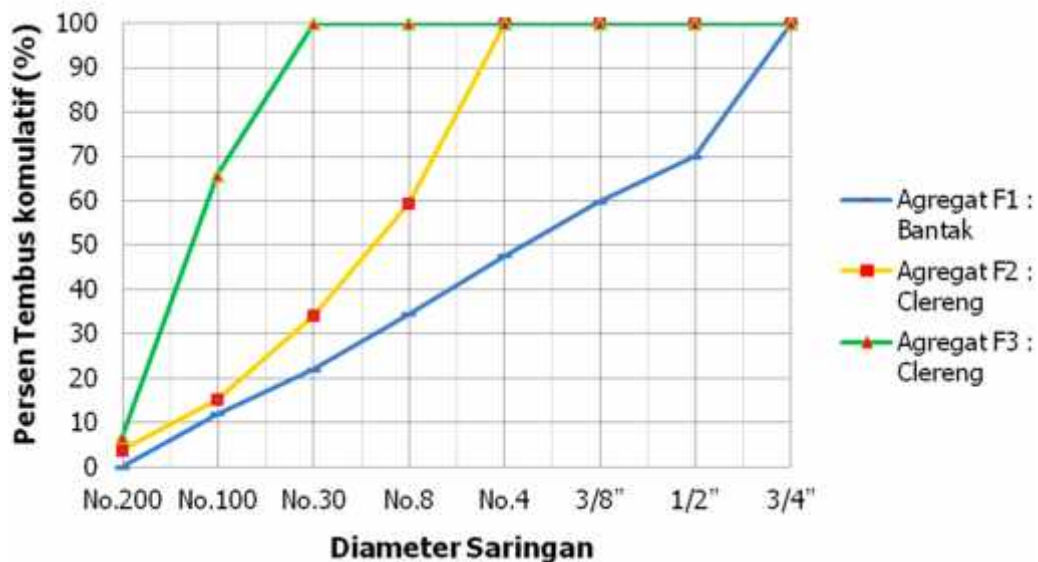
2) Analisis distribusi agregat gabungan Varians 2 (Bantak, Clereng, dan Clereng)

Agregat gabungan yang digunakan pada mix design varians 2 terdiri dari agregat kasar (F1) Bantak, agregat halus (F2) Clereng, dan bahan pengisi/ filler (F3) Clereng yang dijelaskan pada Tabel 19 dan Gambar 10 di bawah ini.

Tabel 19. Analisa Distribusi Agregat Varians 2

No. Saringan	Persen Tembus Komuliatif F1 (%)	Persen Tembus Komuliatif F2 (%)	Persen Tembus Komuliatif F3 (%)
No.200	0,00	3,85	6,92
No.100	12,04	15,22	65,81
No.30	21,97	34,19	100
No.8	34,44	59,42	100
No.4	47,63	100	100
3/8"	59,77	100	100
1/2"	69,90	100	100
3/4"	100	100	100

Dari hasil analisa distribusi agregat dibuat grafik distribusi tiap fraksi agregat yaitu agregat kasar, halus dan bahan pengisi/filler. Gambar 2 menunjukkan grafik tiap fraksi agregat.



Gambar 10. Grafik distribusi agregat gabungan varians 2

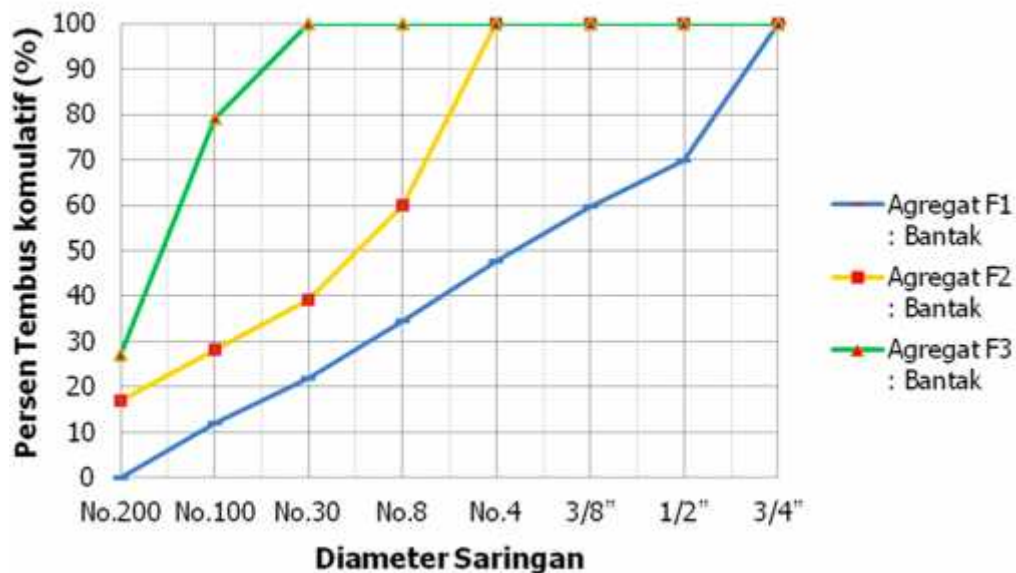
3) Analisis distribusi agregat gabungan Varians 3 (Bantak)

Agregat gabungan yang digunakan pada mix design varians 3 terdiri dari agregat kasar (F1) Bantak, agregat halus (F2) Bantak, dan bahan pengisi/ filer (F3) Bantak yang dijelaskan pada Tabel 20 dan Gambar 11 di bawah ini.

Tabel 20. Analisa Distribusi Agregat Varians 3

No. Saringan	Persen Tembus Komuliatif F1 (%)	Persen Tembus Komuliatif F2 (%)	Persen Tembus Komuliatif F3 (%)
No.200	0,00	17,02	27,23
No.100	12,04	28,34	79,20
No.30	21,97	39,11	100
No.8	34,44	59,96	100
No.4	47,63	100	100
3/8"	59,77	100	100
1/2"	69,90	100	100
3/4"	100	100	100

Dari hasil analisa distribusi agregat dibuat grafik distibusi tiap fraksi agregat yaitu agregat kasar, halus dan bahan pengisi/filler. Gambar 3 menunjukkan grafik tiap fraksi agregat.



Gambar 11. Grafik distribusi agregat gabungan varians 3

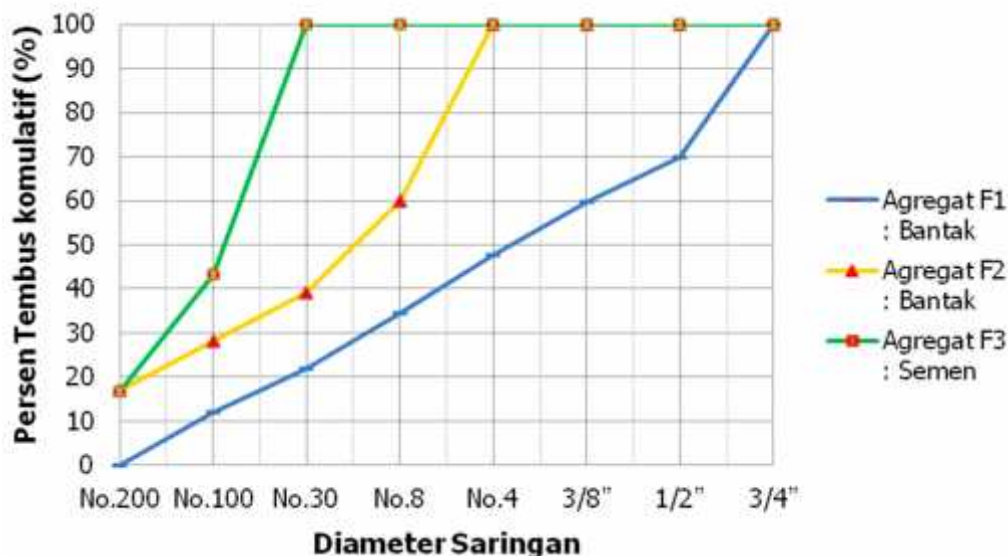
4) Analisis distribusi agregat gabungan Varians 4 (Bantak, dan Semen)

Agregat gabungan yang digunakan pada mix design varians 2 terdiri dari agregat kasar (F1) Bantak, agregat halus (F2) Bantak, dan bahan pengisi/ filer (F3) Semen yang dijelaskan pada Tabel 21 dan Gambar 12 di bawah ini.

Tabel 21. Analisa Distribusi Agregat Varians 4

No. Saringan	Persen Tembus Komuliatif F1 (%)	Persen Tembus Komuliatif F2 (%)	Persen Tembus Komuliatif F3 (%)
No.200	0,00	17,02	16,79
No.100	12,04	28,34	43,16
No.30	21,97	39,11	100
No.8	34,44	59,96	100
No.4	47,63	100	100
3/8"	59,77	100	100
1/2"	69,90	100	100
3/4"	100	100	100

Dari hasil analisa distribusi agregat dibuat grafik distibusi tiap fraksi agregat yaitu agregat kasar, halus dan bahan pengisi/filler. Gambar 4 menunjukkan grafik tiap fraksi agregat.



Gambar 12. Grafik distribusi agregat gabungan varians 4

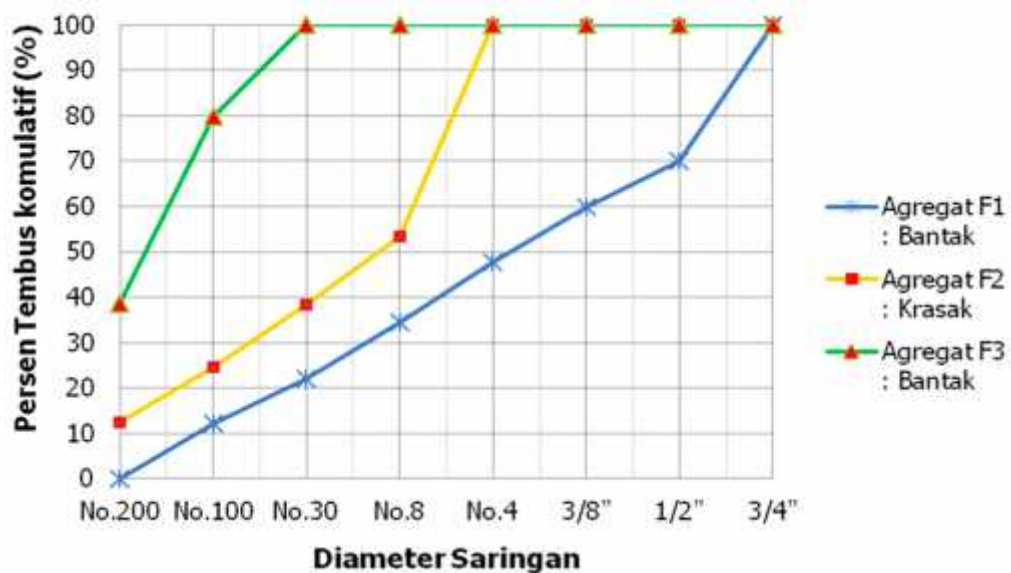
5) Analisis distribusi agregat gabungan Varians 5 (Bantak, Krasak, dan Bantak)

Agregat gabungan yang digunakan pada mix design varians 2 terdiri dari agregat kasar (F1) Bantak, agregat halus (F2) Krasak, dan bahan pengisi/ filler (F3) Bntak. Hasil analisa saringan sajikan pada Tabel 22 dan Gambar 13 di bawah.

Tabel 22. Analisa Distribusi Agregat Varians 5

No. Saringan	Persen Tembus Komuliatif F1 (%)	Persen Tembus Komuliatif F2 (%)	Persen Tembus Komuliatif F3 (%)
No.200	0,00	12,50	38,52
No.100	12,04	24,58	79,71
No.30	21,97	38,48	100
No.8	34,44	53,30	100
No.4	47,63	100	100
3/8"	59,77	100	100
1/2"	69,90	100	100
3/4"	100	100	100

Dari hasil analisa distribusi agregat dibuat grafik distribusi tiap fraksi agregat yaitu agregat kasar, halus dan bahan pengisi/filler. Gambar 13 menunjukkan grafik distribusi agregat dari tiap fraksi agregat.



Gambar 13. Grafik distribusi agregat gabungan varians 5

6) Analisis distribusi agregat gabungan Varians 6 (Clereng)

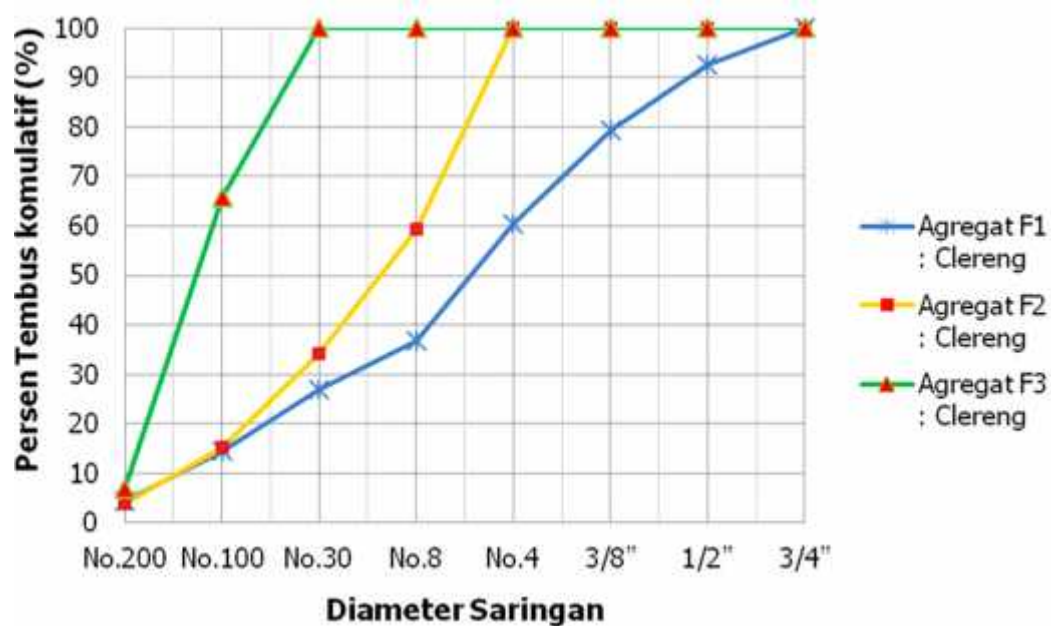
Agregat gabungan yang digunakan pada mix design varians 2 terdiri dari agregat kasar (F1) Clereng, agregat halus (F2) Clereng, dan

bahan pengisi/ filer (F3) Clereng yang dijelaskan pada Tabel 23 dan Gambar 14 dihalaman selanjutnya.

Tabel 23. Analisa Distribusi Agregat Varians 6

No. Saringan	Persen Tembus Komuliatif F1 (%)	Persen Tembus Komuliatif F2 (%)	Persen Tembus Komuliatif F3 (%)
No.200	4,41	3,85	6,92
No.100	14,57	15,22	65,81
No.30	26,85	34,19	100
No.8	36,87	59,42	100
No.4	60,29	100	100
3/8"	79,25	100	100
1/2"	92,46	100	100
3/4"	100	100	100

Dari hasil analisa distribusi agregat dibuat grafik distibusi tiap fraksi agregat yaitu agregat kasar, halus dan bahan pengisi/filler. Gambar 6 menunjukkan grafik distibusi agregat dari tiap fraksi agregat.



Gambar 14. Grafik distribusi agregat gabungan varians 6

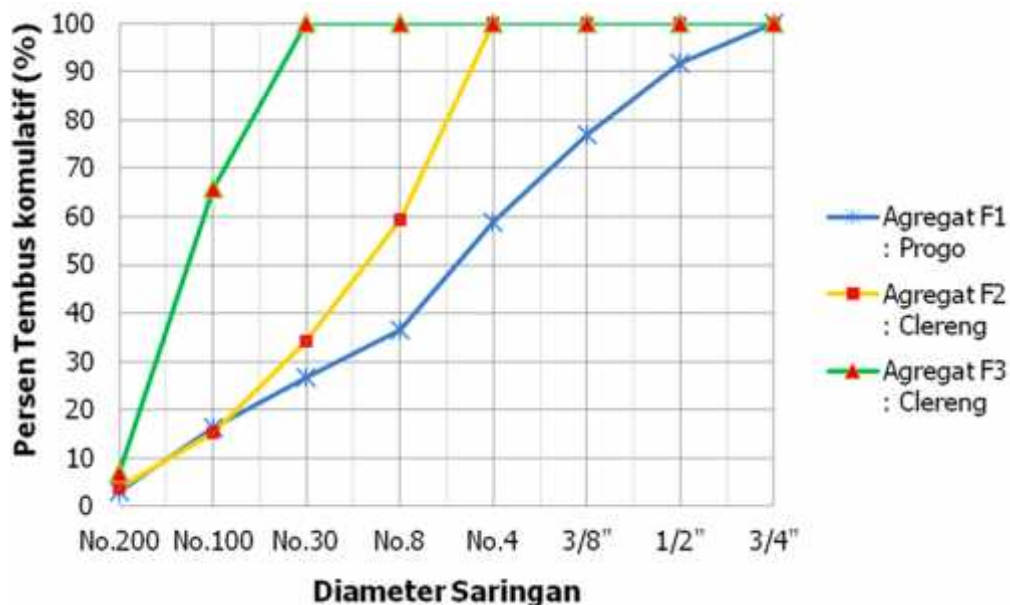
7) Analisis distribusi agregat gabungan Varians 7 (Progo, Clereng, dan Clereng)

Agregat gabungan yang digunakan pada mix design varians 2 terdiri dari agregat kasar (F1) Progo, agregat halus (F2) Clereng, dan bahan pengisi/ filer (F3) Clereng yang dijelaskan pada Tabel 24 dan Gambar 15 di bawah ini.

Tabel 24. Analisa Distribusi Agregat Varians 7

No. Saringan	Persen Tembus Komuliatif F1 (%)	Persen Tembus Komuliatif F2 (%)	Persen Tembus Komuliatif F3 (%)
No.200	3,10	3,85	6,92
No.100	16,30	15,22	65,81
No.30	26,70	34,19	100
No.8	36,63	59,42	100
No.4	58,80	100	100
3/8"	76,94	100	100
1/2"	91,80	100	100
3/4"	100	100	100

Dari hasil analisa distribusi agregat dibuat grafik distribusi tiap fraksi agregat yaitu agregat kasar, halus dan bahan pengisi/filler. Gambar 7 menunjukkan grafik distibusi agregat dari tiap fraksi agregat.



Gambar 15. Grafik distribusi agregat gabungan varians 7

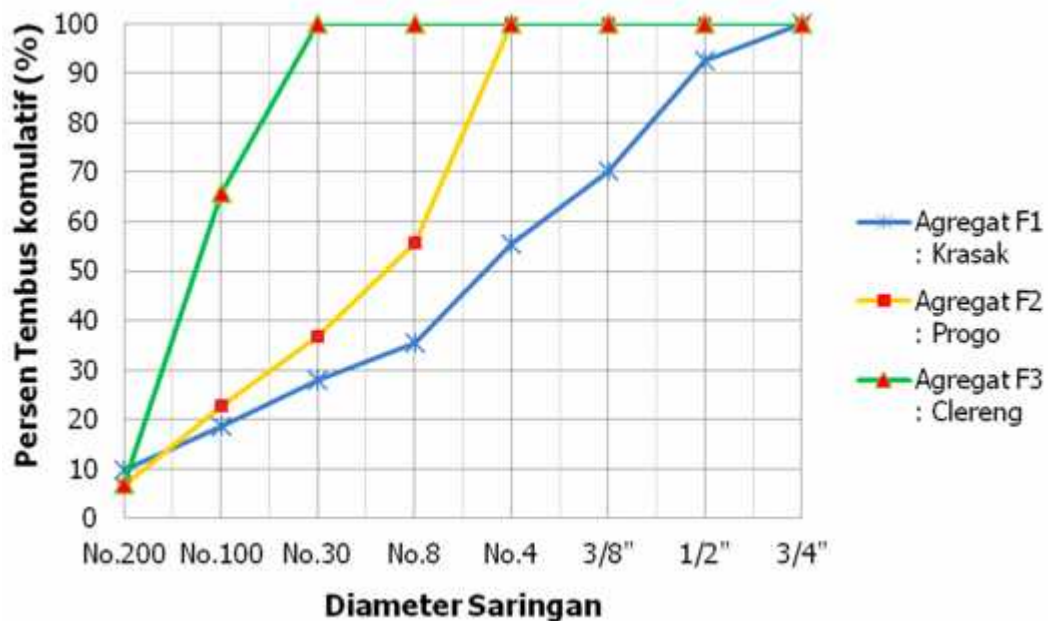
8) Analisis distribusi agregat gabungan Varians 8 (Krasak, Progo, dan Clereng)

Agregat gabungan yang digunakan pada mix design varians 2 terdiri dari agregat kasar (F1) Krasak, agregat halus (F2) Progo, dan bahan pengisi/ filer (F3) Clereng yang dijelaskan pada Tabel 25 dan Gambar 16 di bawah.

Tabel 25. Analisa Distribusi Agregat Varians 8

No. Saringan	Persen Tembus Komuliatif F1 (%)	Persen Tembus Komuliatif F2 (%)	Persen Tembus Komuliatif F3 (%)
No.200	9,86	6,81	6,92
No.100	18,60	22,72	65,81
No.30	27,93	36,81	100
No.8	35,58	55,80	100
No.4	55,43	100	100
3/8"	70,29	100	100
1/2"	92,45	100	100
3/4"	100	100	100

Dari hasil analisa distribusi agregat dibuat grafik distribusi tiap fraksi agregat yaitu agregat kasar, halus dan bahan pengisi/filler. Gambar 16 menunjukkan grafik distribusi agregat dari tiap fraksi agregat.



Gambar 16. Grafik distribusi agregat gabungan varians 8

2. Pemeriksaan Aspal Laboratorium

Bahan yang digunakan untuk campuran beton aspal pada penelitian ini terdiri dari aspal AC 60/70, agregat kasar bantak, agregat halus bantak dan filler dari semen, serta bahan tambah serat polypropylene. Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap aspal AC 60/70, hasil pengujian yang diperoleh termasuk ke dalam spesifikasi Revisi SNI 03-1737-1989. Data selengkapnya tentang hasil pengujian disajikan pada Tabel 26 di bawah ini:

Tabel 26. Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60/70

No.	Jenis pemeriksaan	Spesifikasi	Aspal AC 60/70	Satuan
1.	Penetrasi 25°	60-79	69,07	Mm
2.	Titik lembek	48-58	49,33	°C
3.	Titik nyala	200	281	°C
4.	Titik bakar	-	288	°C
5.	Berat jenis Aspal	1	1,0353	gr/cc

3. Mix Desain Campuran Aspal Beton

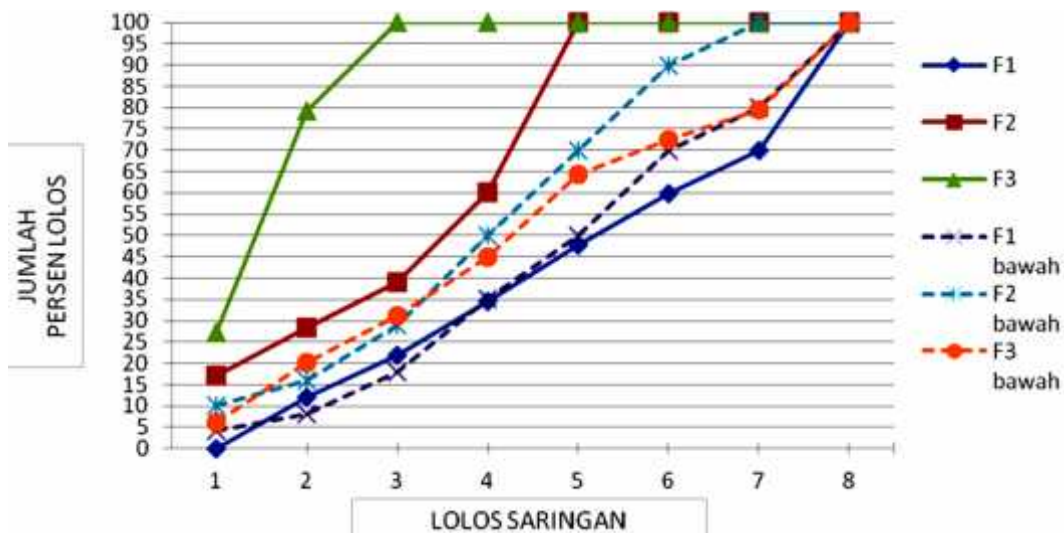
a. Mix Desain Control

1) Agregat Bantak

Sebelum dilakukan penimbangan, terlebih dahulu dilakukan analisa ayakan tentang agregat yang akan digunakan, berikut hasil analisa ayakan untuk mix desain agregat Bantak.

Tabel 27. Persentase fraksi agregat tiap campuran

	Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.100	No.200
% lolos	F1x139%	68,43	47,83	40,90	32,59	23,57	15,04	8,24	0,00
	F2x101%	25,61	25,61	25,61	25,61	15,35	10,01	7,26	4,36
	F3x62%	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	4,73	1,63
	Total	100	79	72	64	45	31	20	6
	Spesifikasi	100	80-100	70-90	50-70	35-50	18-29	8-16	4-10



Gambar 17. Grafik distribusi agregat tiap fraksi

Tabel 28. Kebutuhan Agregat Bantak Tiap Campuran

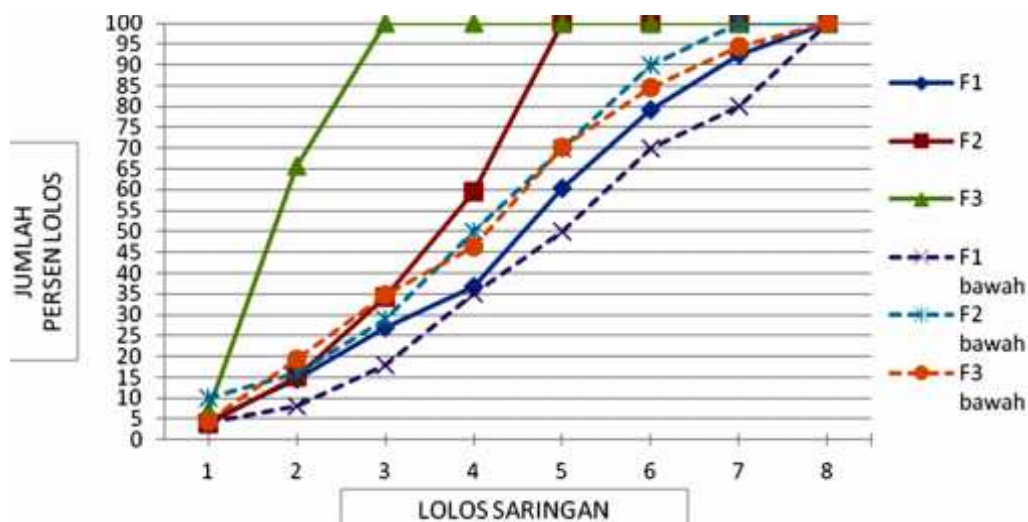
Jenis Agregat	Diameter Saringan	Berat Agregat (gr)
Agregat Kasar (F1)	Lolos 3/4" tertahan 1/2"	128,93
	Lolos 1/2" tertahan 3/8"	128,93
	Lolos 3/8" tertahan 4"	322,33
	Lolos 4" tertahan 8"	322,33
Agregat Halus (F2)	Lolos 8" tertahan 30"	120,62
	Lolos 30" tertahan 100"	72,37
	Lolos 100 tertahan 200"	48,25
Filler (F3)	Lolos 200" tertahan pan	56,24
Jumlah Agregat		1200,00

2) Agregat Clereng

Sebelum dilakukan penimbangan, terlebih dahulu dilakukan analisa ayakan tentang agregat yang akan digunakan, berikut hasil analisa ayakan untuk mix desain agregat Clereng.

Tabel 29. Persentase fraksi agregat tiap campuran

Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.100	No.200
%Lolos	F1x77%	75,02	69,37	59,45	45,23	27,66	20,14	3,31
	F2x17%	15,80	15,80	15,80	15,80	9,39	5,40	2,41
	F3x6%	9,18	9,18	9,18	9,18	9,18	6,04	0,64
	Total	100	94	84	70	46	35	19
	Spesifikasi	100	80-100	70-90	50-70	35-50	18-29	8-16



Gambar 18. Grafik distribusi agregat Clereng tiap fraksi

Tabel 30. Kebutuhan Agregat Clereng Tiap Campuran

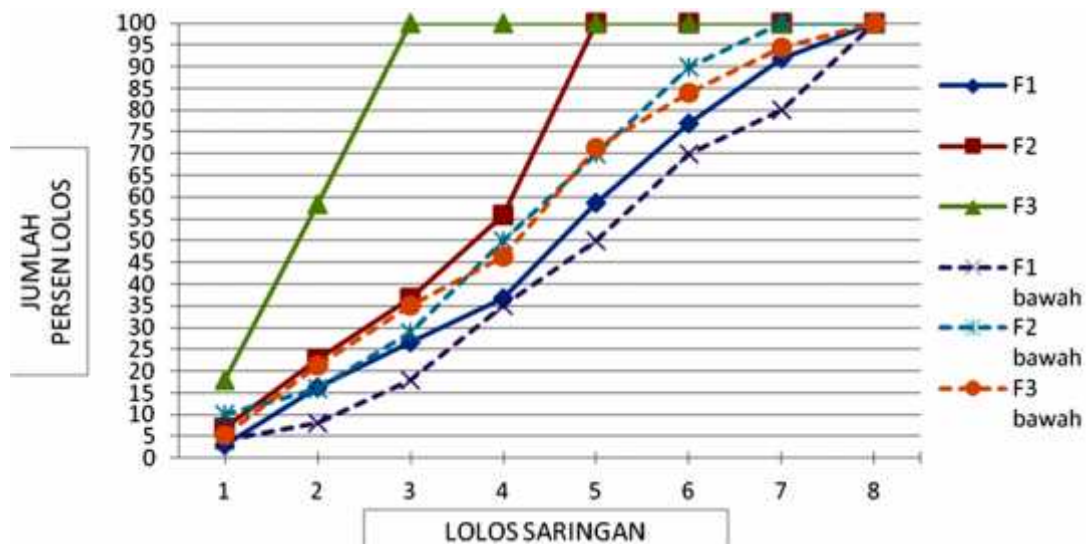
Jenis Agregat	Diameter Saringan	Berat Agregat (gr)
Agregat Kasar (F1)	Lolos 3/4" tertahan 1/2"	138,49
	Lolos 1/2" tertahan 3/8"	138,49
	Lolos 3/8" tertahan 4"	346,22
	Lolos 4" tertahan 8"	346,22
Agregat Halus (F2)	Lolos 8" tertahan 30"	72,93
	Lolos 30" tertahan 100"	43,76
	Lolos 100 tertahan 200"	29,17
Filler (F3)	Lolos 200" tertahan pan	84,70
Jumlah Agregat		1200,00

3) Pasir Progo

Sebelum dilakukan penimbangan, terlebih dahulu dilakukan analisa ayakan tentang agregat yang akan digunakan, berikut hasil analisa ayakan untuk mix desain agregat Progo.

Tabel 31. Persentase fraksi agregat tiap campuran

Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.100	No.200
F1x71%	69,37	63,68	53,38	40,79	25,41	18,52	11,31	2,15
F2x22%	22,23	22,23	22,23	22,23	12,40	8,18	5,05	1,51
F3x7%	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	4,91	1,51
Total	100	94	84	71	46	35	21	5
Spesifikasi	100	80-100	70-90	50-70	35-50	18-29	8-16	4-10



Gambar 19. Grafik distribusi agregat Progo tiap fraksi

Tabel 32. Kebutuhan Agregat Progo Tiap Campuran

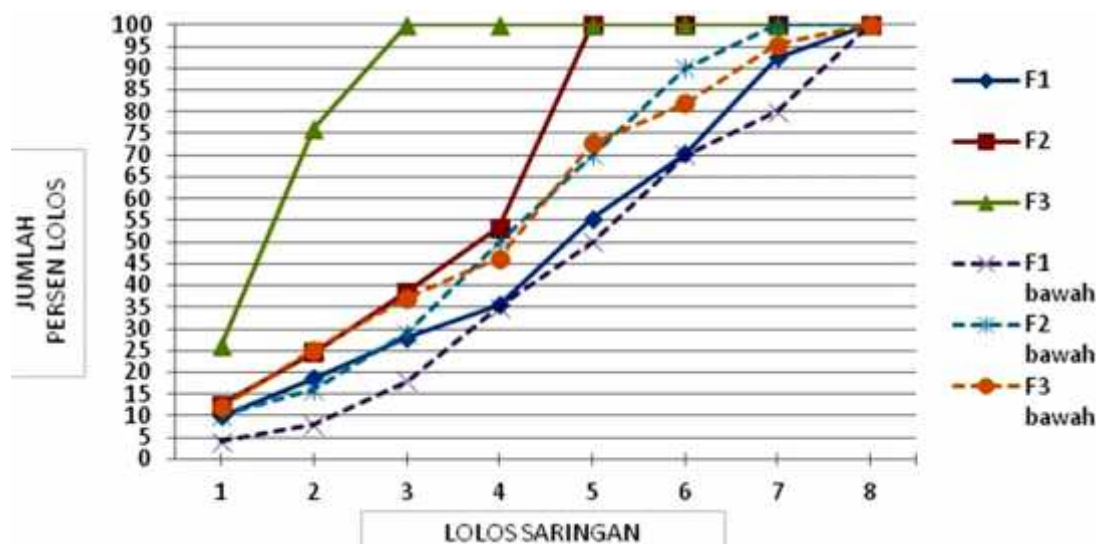
Jenis Agregat	Diameter Saringan	Berat Agregat (gr)
Agregat Kasar (F1)	Lolos 3/4" tertahan 1/2"	130,33
	Lolos 1/2" tertahan 3/8"	130,33
	Lolos 3/8" tertahan 4"	325,83
	Lolos 4" tertahan 8"	325,83
Agregat Halus (F2)	Lolos 8" tertahan 30"	104,40
	Lolos 30" tertahan 100"	62,64
	Lolos 100 tertahan 200"	41,76
Filler (F3)	Lolos 200" tertahan pan	78,87
Jumlah Agregat		1200,00

4) Pasir Krasak

Sebelum dilakukan penimbangan, terlebih dahulu dilakukan analisa ayakan tentang agregat yang akan digunakan, berikut hasil analisa ayakan untuk mix desain agregat Krasak.

Tabel 33. Persentase fraksi agregat tiap campuran

Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.100	No.200
%Lolos	F1x71%	60,93	56,33	42,82	33,78	21,68	17,02	11,33
	F2x9%	30,96	30,96	30,96	30,96	16,50	11,91	7,61
	F3x20%	8,11	8,11	8,11	8,11	8,11	6,18	2,12
	Total	100	95	82	73	46	37	25
	Spesifikasi	100	80-100	70-90	50-70	35-50	18-29	8-16



Gambar 20. Grafik distribusi agregat Krasak tiap fraksi

Tabel 34. Kebutuhan Agregat Krasak Tiap Campuran

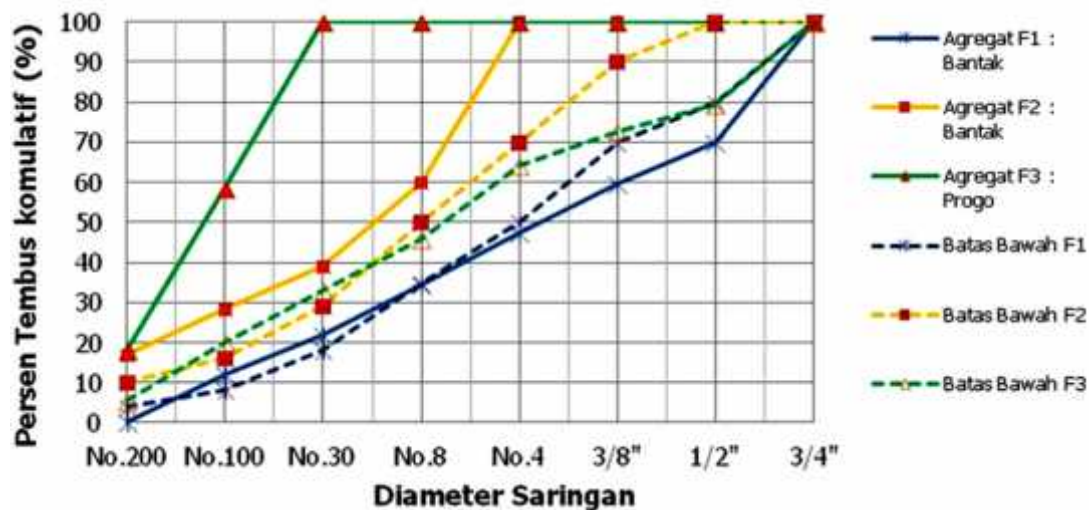
Jenis Agregat	Diameter Saringan	Berat Agregat (gr)
Agregat Kasar (F1)	Lolos 3/4" tertahan 1/2"	117,58
	Lolos 1/2" tertahan 3/8"	117,58
	Lolos 3/8" tertahan 4"	293,94
	Lolos 4" tertahan 8"	293,94
Agregat Halus (F2)	Lolos 8" tertahan 30"	149,34
	Lolos 30" tertahan 100"	89,61
	Lolos 100 tertahan 200"	59,74
Filler (F3)	Lolos 200" tertahan pan	78,28
Jumlah Agregat		1200,00

b. Mix Desain Tiap Varians

1) Varian 1 (Bantak, Bantak, Progo)

Tabel 35. Persentase fraksi agregat gabungan Varian 1

Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.100	No.200
%Lolos	F1x73%	68,43	47,83	40,90	32,59	23,57	15,04	8,24
	F2x22%	22,57	22,57	22,57	22,57	13,53	8,82	6,40
	F3x5%	9,01	9,01	9,01	9,01	9,01	9,01	5,27
	Total	100	79	72	64	46	33	20
	Spesifikasi	100	80-100	70-90	50-70	35-50	18-29	8-16



Gambar 21. Grafik distribusi agregat Varians 1 tiap fraksi

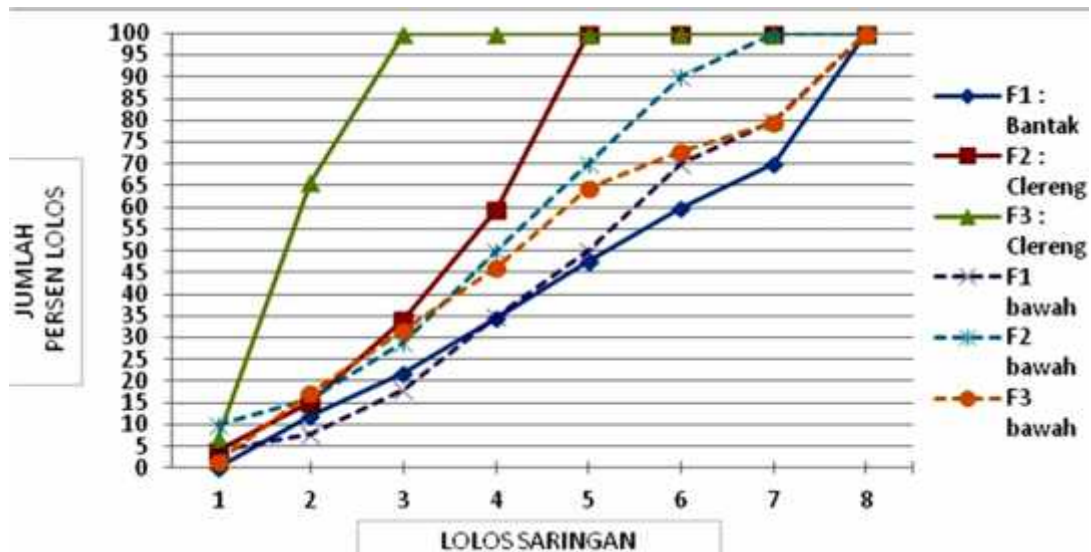
Tabel 36. Kebutuhan Agregat Varians 1 Tiap Campuran

Jenis Agregat	Diameter Saringan	Berat Agregat (gr)
Agregat Kasar (F1)	Lolos 3/4" tertahan 1/2"	128,93
	Lolos 1/2" tertahan 3/8"	128,93
	Lolos 3/8" tertahan 4"	322,33
	Lolos 4" tertahan 8"	322,33
Agregat Halus (F2)	Lolos 8" tertahan 30"	106,30
	Lolos 30' tertahan 100"	63,78
	Lolos 100 tertahan 200"	42,52
Filler (F3)	Lolos 200" tertahan pan	84,88
Jumlah Agregat		1200,00

2) Varian 2 (Bantak, Clereng, Clereng)

Tabel 37. Persentase fraksi agregat gabungan Varian 2

Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.100	No.200
%Lolos	F1x77%	67,74	47,35	40,49	32,27	23,33	14,89	8,16
	F2x17%	23,50	23,50	23,50	23,50	13,97	8,04	3,58
	F3x6%	8,75	8,75	8,75	8,75	8,75	5,76	0,61
	Total	100	80	73	65	46	32	17
	Spesifikasi	100	80-100	70-90	50-70	35-50	18-29	8-16



Gambar 22. Grafik distribusi agregat Varians 2 tiap fraksi

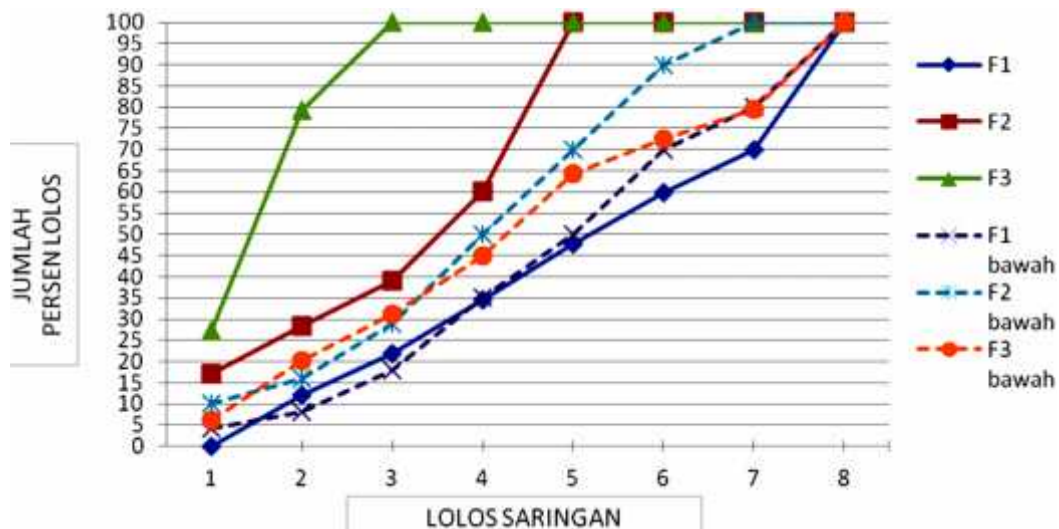
Tabel 38. Kebutuhan Agregat Varians 2 Tiap Campuran

Jenis Agregat	Diameter Saringan	Berat Agregat (gr)
Agregat Kasar (F1)	Lolos 3/4" tertahan 1/2"	127,92
	Lolos 1/2" tertahan 3/8"	127,92
	Lolos 3/8" tertahan 4"	319,81
	Lolos 4" tertahan 8"	319,81
Agregat Halus (F2)	Lolos 8" tertahan 30"	110,96
	Lolos 30' tertahan 100"	66,57
	Lolos 100 tertahan 200"	44,38
Filler (F3)	Lolos 200" tertahan pan	82,63
Jumlah Agregat		1200,00

3) Varian 3 (Bantak, Bantak, Bantak)

Tabel 39. Persentase fraksi agregat gabungan Varian 2

Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.100	No.200
F1x139%	68,43	47,83	40,90	32,59	23,57	15,04	8,24	0,00
F2x101%	25,61	25,61	25,61	25,61	15,35	10,01	7,26	4,36
F3x62%	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	4,73	1,63
Total	100	79	72	64	45	31	20	6
Spesifikasi	100	80-100	70-90	50-70	35-50	18-29	8-16	4-10



Gambar 23. Grafik distribusi agregat tiap fraksi

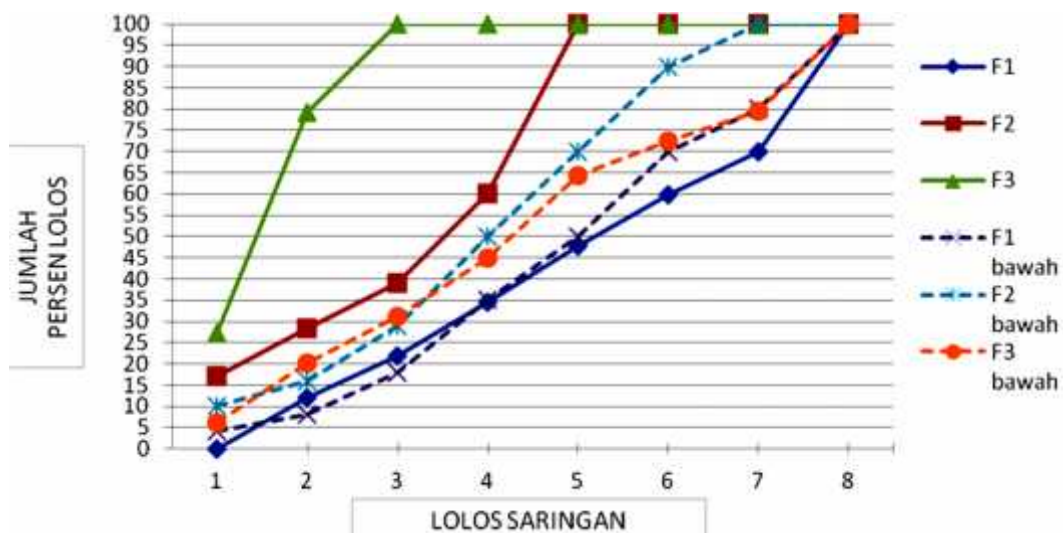
Tabel 40. Kebutuhan Agregat Varians 3 Tiap Campuran

Jenis Agregat	Diameter Saringan	Berat Agregat (gr)
Agregat Kasar (F1)	Lolos 3/4" tertahan 1/2"	128,93
	Lolos 1/2" tertahan 3/8"	128,93
	Lolos 3/8" tertahan 4"	322,33
	Lolos 4" tertahan 8"	322,33
Agregat Halus (F2)	Lolos 8" tertahan 30"	120,62
	Lolos 30" tertahan 100"	72,37
	Lolos 100 tertahan 200"	48,25
Filler (F3)	Lolos 200" tertahan pan	56,24
Jumlah Agregat		1200,00

4) Varian 4 (Bantak, Bantak, Semen)

Tabel 41. Persentase fraksi agregat gabungan Varian 4

Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.100	No.200
F1x139%	68,43	47,83	40,90	32,59	23,57	15,04	8,24	0,00
F2x101%	25,61	25,61	25,61	25,61	15,35	10,01	7,26	4,36
F3x62%	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	4,73	1,63
Total	100	79	72	64	45	31	20	6
Spesifikasi	100	80-100	70-90	50-70	35-50	18-29	8-16	4-10



Gambar 24. Grafik distribusi agregat tiap fraksi

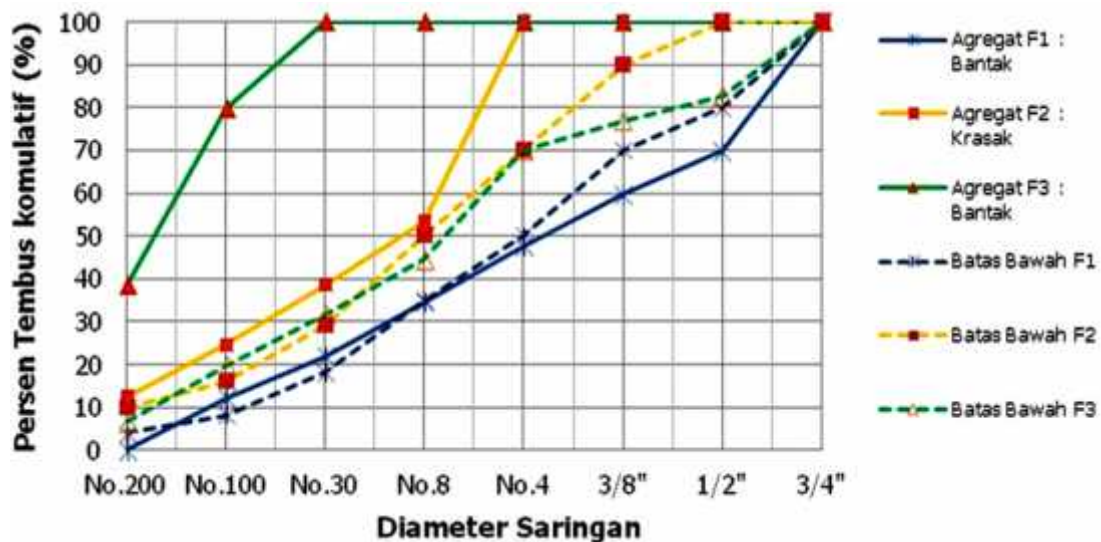
Tabel 42. Kebutuhan Agregat Varians 4 Tiap Campuran

Jenis Agregat	Diameter Saringan	Berat Agregat (gr)
Agregat Kasar (F1)	Lolos 3/4" tertahan 1/2"	128,93
	Lolos 1/2" tertahan 3/8"	128,93
	Lolos 3/8" tertahan 4"	322,33
	Lolos 4" tertahan 8"	322,33
Agregat Halus (F2)	Lolos 8" tertahan 30"	120,62
	Lolos 30' tertahan 100"	72,37
	Lolos 100 tertahan 200"	48,25
Filler (F3)	Lolos 200" tertahan pan	56,24
Jumlah Agregat		1200,00

5) Varian 5 (Bantak, Krasak, Bantak)

Tabel 43. Persentase fraksi agregat gabungan Varian 5

Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.100	No.200
F1x80%	57,27	40,03	34,23	27,28	19,73	12,58	6,90	0,00
F2x7%	38,42	38,42	38,42	38,42	20,48	14,78	9,44	4,80
F3x13%	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31	3,44	1,66
Total	100	83	77	70	45	32	20	6
Spesifikasi	100	80-100	70-90	50-70	35-50	18-29	8-16	4-10



Gambar 25. Grafik distribusi agregat tiap fraksi

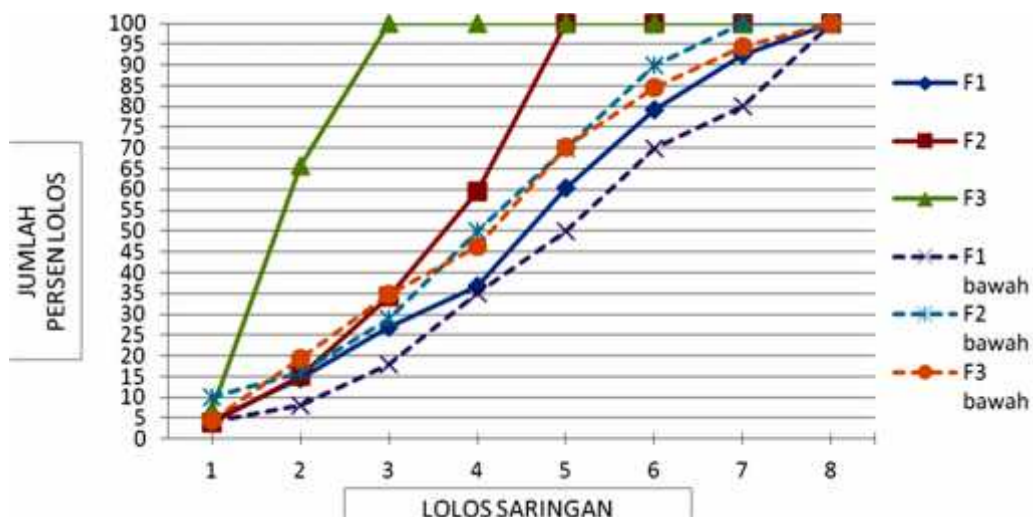
Tabel 44. Kebutuhan Agregat Varians 5 Tiap Campuran

Jenis Agregat	Diameter Saringan	Berat Agregat (gr)
Agregat Kasar (F1)	Lolos 3/4" tertahan 1/2"	111,83
	Lolos 1/2" tertahan 3/8"	111,83
	Lolos 3/8" tertahan 4"	279,57
	Lolos 4" tertahan 8"	279,57
Agregat Halus (F2)	Lolos 8" tertahan 30"	187,56
	Lolos 30' tertahan 100"	112,54
	Lolos 100 tertahan 200"	75,03
Filler (F3)	Lolos 200" tertahan pan	42,07
Jumlah Agregat		1200,00

6) Varian 6 (Clereng, Clereng, Clereng)

Tabel 45. Persentase fraksi agregat gabungan Varian 6

Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.100	No.200
%Lolos	F1x77%	75,02	69,37	59,45	45,23	27,66	10,93	3,31
	F2x17%	15,80	15,80	15,80	15,80	9,39	5,40	2,41
	F3x6%	9,18	9,18	9,18	9,18	9,18	6,04	0,64
	Total	100	94	84	70	46	35	19
	Spesifikasi	100	80-100	70-90	50-70	35-50	18-29	8-16



Gambar 26. Grafik distribusi agregat Varians 6 tiap fraksi

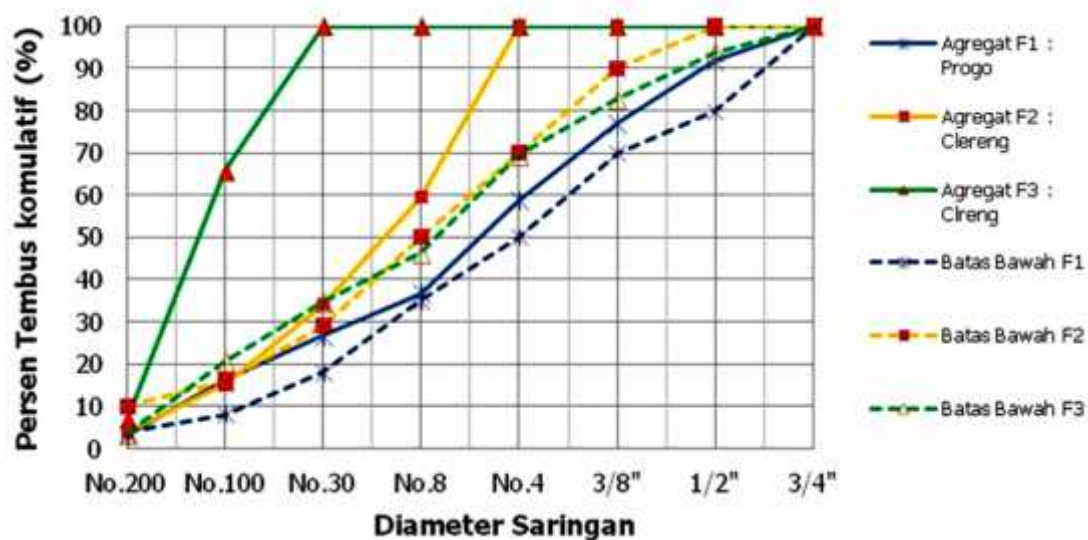
Tabel 46. Kebutuhan Agregat Varians 6 Tiap Campuran

Jenis Agregat	Diameter Saringan	Berat Agregat (gr)
Agregat Kasar (F1)	Lolos 3/4" tertahan 1/2"	138,49
	Lolos 1/2" tertahan 3/8"	138,49
	Lolos 3/8" tertahan 4"	346,22
	Lolos 4" tertahan 8"	346,22
Agregat Halus (F2)	Lolos 8" tertahan 30"	72,93
	Lolos 30' tertahan 100"	43,76
	Lolos 100 tertahan 200"	29,17
Filler (F3)	Lolos 200" tertahan pan	84,70
Jumlah Agregat		1200,00

7) Varian 7 (Progo, Clereng, Clereng)

Tabel 47. Persentase fraksi agregat gabungan Varian 7

Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.100	No.200
F1x73%	74,25	68,16	57,13	43,66	27,20	19,82	12,10	2,30
F2x22%	16,62	16,62	16,62	16,62	9,88	5,68	2,53	0,64
F3x5%	9,13	9,13	9,13	9,13	9,13	9,13	6,01	0,63
Total	100	94	83	69	46	35	21	4
Spesifikasi	100	80-100	70-90	50-70	35-50	18-29	8-16	4-10



Gambar 27. Grafik distribusi agregat Varians 7 tiap fraksi

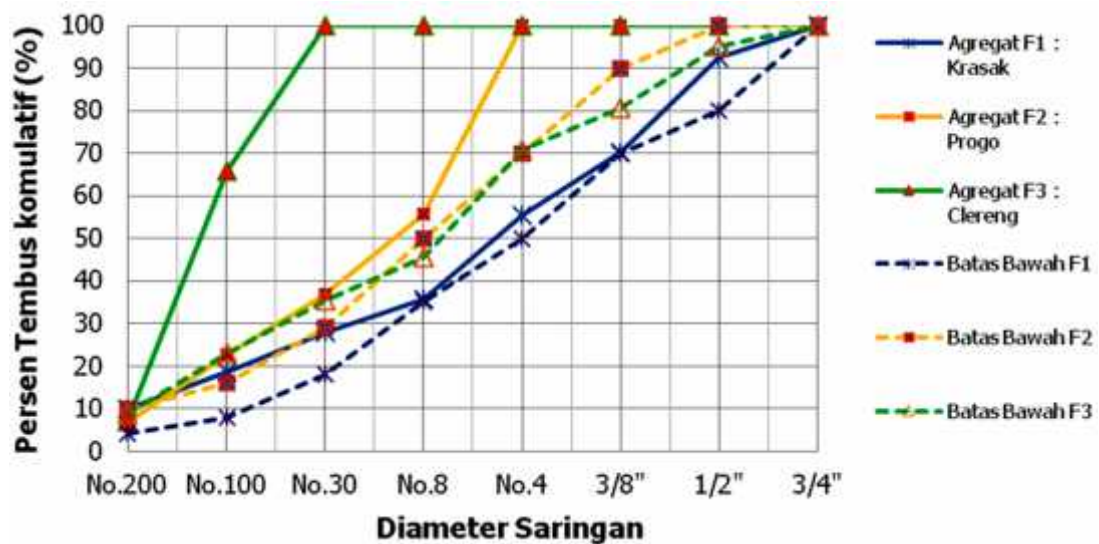
Tabel 48. Kebutuhan Agregat Varians 7 Tiap Campuran

Jenis Agregat	Diameter Saringan	Berat Agregat (gr)
Agregat Kasar (F1)	Lolos 3/4" tertahan 1/2"	137,39
	Lolos 1/2" tertahan 3/8"	137,39
	Lolos 3/8" tertahan 4"	343,47
	Lolos 4" tertahan 8"	343,47
Agregat Halus (F2)	Lolos 8" tertahan 30"	76,89
	Lolos 30' tertahan 100"	46,13
	Lolos 100 tertahan 200"	30,76
Filler (F3)	Lolos 200" tertahan pan	84,49
Jumlah Agregat		1200,00

8) Varian 8 (Krasak, Progo, Clereng)

Tabel 49. Persentase fraksi agregat gabungan Varian 8

Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.100	No.200
%Lolos	F1x73%	65,76	60,79	46,22	36,45	23,39	12,23	6,48
	F2x22%	27,15	27,15	27,15	27,15	15,15	9,99	6,17
	F3x5%	7,09	7,09	7,09	7,09	7,09	4,67	0,49
	Total	100	95	80	71	46	35	23
	Spesifikasi	100	80-100	70-90	50-70	35-50	18-29	8-16



Gambar 28. Grafik distribusi agregat Varians 8 tiap fraksi

Tabel 50. Kebutuhan Agregat Varians 8 Tiap Campuran

Jenis Agregat	Diameter Saringan	Berat Agregat (gr)
Agregat Kasar (F1)	Lolos 3/4" tertahan 1/2"	124,95
	Lolos 1/2" tertahan 3/8"	124,95
	Lolos 3/8" tertahan 4"	312,37
	Lolos 4" tertahan 8"	312,37
Agregat Halus (F2)	Lolos 8" tertahan 30"	128,99
	Lolos 30' tertahan 100"	77,39
	Lolos 100 tertahan 200"	51,60
Filler (F3)	Lolos 200" tertahan pan	67,38
Jumlah Agregat		1200,00

c. Mix Desain Berdasarkan Volume (70:30)

Mix desain untuk komposisi agregat ini adalah 70:30; dimana 70% adalah agregat kasar dan 30% adalah agregat halus.

Tabel 51. Kebutuhan Agregat Tiap Campuran

Jenis Agregat	Diameter Saringan	Berat Agregat (gr)
Agregat Kasar (F1)	Lolos 3/4" tertahan 1/2"	160,00
	Lolos 1/2" tertahan 3/8"	160,00
	Lolos 3/8" tertahan 4"	256,00
	Lolos 4" tertahan 8"	264,00
Agregat Halus (F2)	Lolos 8" tertahan 30"	200,00
	Lolos 30' tertahan 100"	97,78
	Lolos 100 tertahan 200"	62,22

Jenis Agregat	Diameter Saringan	Berat Agregat (gr)
Filler (F3)	Lolos 200" tertahan pan	18,00
Jumlah Agregat		1200,00

d. Kebutuhan Serat Tiap campuran

Serat polypropylene digunakan sebagai material additive pada campuran Marshall specimen, adapun seperti kita ketahui bersama, berdasarkan hasil penelitian pada Tahun pertama, besarnya presentase serat optimum adalah sebesar 0,3%. Sehingga kebutuhan serat tiap campuran dapat disajikan pada Tabel di bawah ini.

Tabel 52. Kebutuhan Serat Tiap Campuran

KADAR SERAT	BERAT (g)	JUMLAH
0,3 %	4,21	3 bh

4. Pengujian Karaktersitik Marshall

a. Pengujian Volumetrik

1) Benda Uji Kontrol

Tabel 53. Hasil Pengujian Vulumetrik Benda Uji Kontrol

No	Notasi	Kadar Aspal (%)	Tinggi (mm)	Diameter Awal (mm)	Volume Benda Uji (mm ³)	Berat kering udara (gr)	Berat SSD (gr)	Massa Jenis (gr)
1	B1	5,00	72,13	102,23	5918,21	1240,00	1269,00	351,00
2	B2	5,00	73,25	102,52	6043,19	1249,10	1260,00	350,00
3	B3	5,00	69,67	102,17	5708,38	1240,60	1250,00	357,00
Rata-rata tiap specimen			71,68	102,31	5889,93	1243,23	1259,67	352,67
4	B1	5,50	73,17	102,20	5999,08	1261,20	1271,00	349,00
5	B2	5,50	71,85	102,42	5916,13	1246,90	1263,00	352,00
6	B3	5,50	70,40	102,17	5768,47	1261,10	1265,00	361,00
Rata-rata tiap specimen			71,81	102,26	5894,56	1256,40	1266,33	354,00
7	B1	6,00	75,57	102,17	6191,82	1243,60	1263,00	350,00
8	B2	6,00	72,80	102,27	5976,81	1246,90	1276,00	362,00
9	B3	6,00	71,15	102,17	5829,93	1261,10	1252,00	358,00
No	Notasi	Kadar Aspal (%)	Tinggi (mm)	Diameter Awal (mm)	Volume Benda Uji (mm ³)	Berat kering udara (gr)	Berat SSD (gr)	Massa Jenis (gr)
Rata-rata tiap			73,17	102,20	5999,52	1250,53	1263,67	356,67

No	Notasi	Kadar Aspal (%)	Tinggi (mm)	Diameter Awal (mm)	Volume Benda Uji (mm ³)	Berat kering udara (gr)	Berat SSD (gr)	Massa Jenis (gr)
specimen								
10	B1	6,50	75,37	102,17	6175,43	1261,50	1266,00	354,00
11	B2	6,50	73,68	102,20	6041,44	1250,80	1265,00	359,00
12	B3	6,50	73,15	102,20	5997,71	1253,50	1257,00	365,00
Rata-rata tiap specimen			74,07	102,19	6071,53	1255,27	1262,67	359,33
13	B1	7,00	75,60	102,20	6198,59	1265,10	1250,00	351,00
14	B2	7,00	74,60	102,00	6092,69	1254,20	1266,00	356,00
15	B3	7,00	71,88	102,43	5920,80	1250,00	1238,00	355,00
Rata-rata tiap specimen			74,03	102,21	6070,69	1256,43	1251,33	354,00
16	P1	5,00	73,27	102,30	6019,04	1282,10	1313,00	369,00
17	P2	5,00	75,23	102,60	6216,91	1299,00	1276,00	349,00
18	P3	5,00	73,60	102,20	6034,61	1308,50	1299,00	356,00
Rata-rata tiap specimen			74,03	102,37	6090,19	1296,53	1296,00	358,00
19	P1	5,50	73,23	102,60	6051,64	1275,80	1285,00	354,00
20	P2	5,50	73,67	102,50	6075,59	1268,70	1366,00	385,00
21	P3	5,50	74,17	102,40	6104,90	1295,20	1295,00	356,00
Rata-rata tiap specimen			73,69	102,50	6077,38	1279,90	1315,33	365,00
22	P1	6,00	72,60	102,30	5964,27	1277,50	1292,00	362,00
23	P2	6,00	71,93	102,50	5932,63	1273,40	1283,00	357,00
24	P3	6,00	81,80	102,70	6772,73	1380,80	1259,00	346,00
Rata-rata tiap specimen			75,44	102,50	6223,21	1310,57	1278,00	355,00
25	P1	6,50	74,47	102,30	6117,62	1270,00	1288,00	356,00
26	P2	6,50	76,30	102,40	6280,50	1287,80	1315,00	365,00
27	P3	6,50	74,90	102,30	6153,22	1291,40	1324,00	367,00
Rata-rata tiap specimen			75,22	102,33	6183,78	1283,07	1309,00	362,67
28	P1	7,00	73,83	102,50	6089,33	1262,90	1294,00	356,00
29	P2	7,00	72,63	102,40	5978,68	1206,20	1322,00	364,00
30	P3	7,00	74,68	102,30	6135,42	1279,00	1315,00	367,00
Rata-rata tiap specimen			73,72	102,40	6067,81	1249,37	1310,33	362,33
31	K1	5,00	71,48	102,23	5864,88	1260,40	1269,00	351,00
32	K2	5,00	71,60	102,40	5893,63	1254,60	1260,00	350,00
33	K3	5,00	72,40	102,20	5936,22	1273,20	1250,00	357,00
Rata-rata tiap specimen			71,83	102,28	5898,24	1262,73	1259,67	352,67

No	Notasi	Kadar Aspal (%)	Tinggi (mm)	Diameter Awal (mm)	Volume Benda Uji (mm ³)	Berat kering udara (gr)	Berat SSD (gr)	Massa Jenis (gr)
34	K1	5,50	72,23	101,98	5897,47	1255,00	1265,80	351,00
35	K2	5,50	70,68	102,03	5776,58	1259,40	1217,80	343,00
36	K3	5,50	72,27	102,20	5925,29	1258,20	1390,00	388,00
Rata-rata tiap specimen			71,73	102,07	5866,45	1257,53	1291,20	360,67
37	K1	6,00	72,80	102,32	5982,65	1238,90	1249,00	349,00
38	K2	6,00	72,07	102,18	5906,96	1245,20	1257,00	353,00
39	K3	6,00	70,65	101,83	5751,24	1227,20	1234,50	347,00
Rata-rata tiap specimen			71,84	102,11	5880,29	1237,10	1246,83	349,67
40	K1	6,50	72,77	102,11	5955,20	1259,00	1265,50	359,00
41	K2	6,50	71,40	102,22	5856,90	1219,00	1266,80	366,00
42	K3	6,50	71,67	102,37	5895,27	1242,60	1265,00	357,00
Rata-rata tiap specimen			71,94	102,23	5902,46	1240,20	1265,77	360,67
43	K1	7,00	69,88	102,20	5729,87	1206,00	1250,00	363,00
44	K2	7,00	72,23	102,37	5941,89	1247,00	1262,00	358,00
45	K3	7,00	72,55	102,17	5944,64	1241,50	1283,00	368,00
Rata-rata tiap specimen			71,56	102,24	5872,13	1231,50	1265,00	363,00
46	C1	5,00	80,17	102,20	6573,02	1220,80	1269,00	351,00
47	C2	5,00	79,23	103,03	6602,88	1222,70	1260,00	350,00
48	C3	5,00	76,70	103,50	6449,79	1163,50	1250,00	357,00
Rata-rata tiap specimen			78,70	102,91	6541,90	1202,33	1259,67	352,67
49	C1	5,50	77,17	103,30	6463,98	1191,90	1265,80	351,00
50	C2	5,50	77,73	104,57	6672,11	1151,00	1217,80	343,00
51	C3	5,50	76,90	103,17	6425,02	1202,20	1390,00	388,00
Rata-rata tiap specimen			77,27	103,68	6520,37	1181,70	1291,20	360,67
52	C1	6,00	69,97	103,23	5853,30	1040,80	1249,00	349,00
53	C2	6,00	69,40	103,30	5813,39	985,60	1257,00	353,00
54	C3	6,00	79,13	42,00	1095,79	1171,90	1234,50	347,00
Rata-rata tiap specimen			72,83	82,84	4254,16	1066,10	1246,83	349,67
55	C1	6,50	80,27	103,87	6797,63	1148,90	1265,50	359,00
56	C2	6,50	79,87	103,63	6733,40	1157,20	1266,80	366,00
57	C3	6,50	69,83	103,63	5887,51	1025,40	1265,00	357,00
Rata-rata tiap specimen			76,66	103,71	6472,84	1110,50	1265,77	360,67
58	C1	7,00	80,17	102,20	6573,02	1146,80	1250,00	363,00

No	Notasi	Kadar Aspal (%)	Tinggi (mm)	Diameter Awal (mm)	Volume Benda Uji (mm ³)	Berat kering udara (gr)	Berat SSD (gr)	Massa Jenis (gr)
59	C2	7,00	76,27	103,23	6380,35	1131,40	1262,00	358,00
No	Notasi	Kadar Aspal (%)	Tinggi (mm)	Diameter Awal (mm)	Volume Benda Uji (mm ³)	Berat kering udara (gr)	Berat SSD (gr)	Massa Jenis (gr)
60	C3	7,00	81,40	103,20	6805,40	1203,80	1283,00	368,00
Rata-rata tiap specimen			79,28	102,88	6586,26	1160,67	1265,00	363,00

2) Benda Uji Varians

Tabel 54. Hasil Pengujian Volumetrik Benda Uji Varians

No	Notasi	Kadar Aspal (%)	Tinggi (mm)	Diameter Awal (mm)	Volume Benda Uji (mm ³)	Berat kering udara (gr)	Berat SSD (gr)	Massa Jenis (gr)
1	V11	6	72,10	102,62	5959,92	1258,30	1260,00	358,00
2	V12	6	73,67	102,67	6095,36	1282,60	1288,30	363,00
3	V13	6	71,57	102,60	5913,92	1267,30	1269,00	363,00
Rata-rata tiap specimen			72,44	102,63	5989,73	1269,40	1272,43	361,33
4	V21	6	72,62	103,50	6106,42	1208,80	1210,00	317,00
5	V22	6	72,27	103,15	6035,96	1218,30	1227,00	323,00
6	V23	6	72,75	103,15	6076,33	1245,40	1225,00	319,00
Rata-rata tiap specimen			72,54	103,27	6072,90	1224,17	1220,67	319,67
7	V31	6	74,32	102,52	6131,19	1268,70	1280,00	359,50
8	V32	6	74,27	102,80	6160,98	1273,10	1276,00	353,00
9	V33	6	76,70	102,77	6358,72	1305,00	1310,00	364,00
Rata-rata tiap specimen			75,09	102,69	6216,96	1282,27	1288,67	358,83
10	V41	6	74,67	102,73	6186,13	1236,50	1252,00	343,00
11	V42	6	71,23	102,50	5874,90	1226,00	1234,00	346,00
12	V43	6	71,93	102,67	5951,94	1249,10	1250,00	351,00
Rata-rata tiap specimen			72,61	102,63	6004,33	1237,20	1245,33	346,67
13	V51	6	71,85	102,47	5921,91	1222,20	1224,00	337,00
14	V52	6	70,50	102,40	5803,08	1218,80	1215,00	340,00
15	V53	6	74,10	102,55	6117,29	1261,30	1260,00	347,00
Rata-rata tiap specimen			72,15	102,47	5947,43	1234,10	1233,00	341,33
16	V61	6	73,70	103,48	6195,52	1170,90	1175,00	286,00

17	V62	6	74,88	103,73	6325,45	1192,80	1210,00	297,00
18	V63	6	75,52	103,40	6338,02	1164,60	1203,00	298,50
Rata-rata tiap specimen			74,70	103,54	6286,33	1176,10	1196,00	293,83
19	V71	6	73,23	103,13	6114,72	1265,60	1265,00	344,00
No	Notasi	Kadar Aspal (%)	Tinggi (mm)	Diameter Awal (mm)	Volume Benda Uji (mm ³)	Berat kering udara (gr)	Berat SSD (gr)	Massa Jenis (gr)
20	V72	6	71,98	102,75	5965,75	1258,40	1258,00	349,00
21	V73	6	73,07	102,58	6035,91	1269,40	1273,00	350,00
Rata-rata tiap specimen			72,76	102,82	6038,79	1264,47	1265,33	347,67
22	V81	6	76,03	103,00	6332,11	1259,80	1223,00	350,00
23	V82	6	71,47	102,73	5921,01	1259,10	1262,00	358,00
24	V83	6	69,80	102,82	5792,31	1200,30	1206,00	335,00
Rata-rata tiap specimen			72,43	102,85	6015,14	1239,73	1230,33	347,67

b. Pengujian Marshall

1) Benda Uji Kontrol

Tabel 55. Hasil Pengujian Marshall Benda Uji Kontrol

No	Notasi	Flow (mm)	Bacaan Dial	Bacaan dial x konversi alat (kg)
1	B1	7,25	86,00	1834,68
2	B2	4,10	64,00	1365,34
3	B3	4,10	99,00	2112,01
Rata-rata tiap specimen		5,15	83,00	1770,68
4	B1	6,80	82,00	1749,34
5	B2	4,40	119,00	2538,68
6	B3	4,50	86,00	1834,68
Rata-rata tiap specimen		5,23	95,67	2040,90
7	B1	5,68	77,00	1642,68
8	B2	5,37	79,00	1685,34
9	B3	6,90	96,00	2048,01
Rata-rata tiap specimen		5,98	84,00	1792,01
10	B1	4,97	63,00	1344,01
11	B2	4,95	90,00	1920,01
12	B3	3,55	114,00	2432,01
Rata-rata tiap specimen		4,49	89,00	1898,68
13	B1	5,20	89,00	1898,68
14	B2	6,30	79,00	1685,34
15	B3	5,10	103,00	2197,35
Rata-rata tiap specimen		5,53	90,33	1927,12

No	Notasi	Flow (mm)	Bacaan Dial	Bacaan dial x konversi alat (kg)
16	P1	3,98	30,00	640,00
17	P2	3,60	18,00	384,00
18	P3	3,50	31,00	661,34
Rata-rata tiap specimen		3,69	26,33	561,78
19	P1	3,65	32,00	682,67
20	P2	3,05	21,00	448,00
21	P3	4,40	70,00	1493,34
Rata-rata tiap specimen		3,70	41,00	874,67
22	P1	4,10	80,00	1706,68
23	P2	4,30	69,00	1472,01
24	P3	4,20	82,00	1749,34
Rata-rata tiap specimen		4,20	77,00	1642,68
25	P1	4,18	57,00	1216,01
26	P2	4,80	41,00	874,67
27	P3	5,60	58,00	1237,34
Rata-rata tiap specimen		4,86	52,00	1109,34
28	P1	5,30	59,00	1258,67
29	P2	7,20	78,00	1664,01
30	P3	5,40	88,00	1877,34
Rata-rata tiap specimen		5,97	75,00	1600,01
31	K1	3,40	90,00	1920,01
32	K2	6,95	86,00	1834,68
33	K3	3,10	64,00	1365,34
Rata-rata tiap specimen		4,48	80,00	1706,68
34	K1	3,10	74,00	1578,68
35	K2	2,30	104,00	2218,68
36	K3	2,70	42,00	896,01
Rata-rata tiap specimen		2,70	73,33	1564,45
37	K1	3,30	58,00	1237,34
38	K2	3,10	64,00	1365,34
39	K3	3,20	61,00	1301,34
Rata-rata tiap specimen		3,20	61,00	1301,34
40	K1	4,70	81,00	1728,01
41	K2	3,98	98,00	2090,68
42	K3	3,90	78,00	1664,01
Rata-rata tiap specimen		4,19	85,67	1827,57
43	K1	2,40	80,00	1706,68
44	K2	3,40	76,00	1621,34
45	K3	3,70	63,00	1344,01
Rata-rata tiap specimen		3,17	73,00	1557,34
46	C1	5,70	25,00	533,34

No	Notasi	Flow (mm)	Bacaan Dial	Bacaan dial x konversi alat (kg)
47	C2	0,00	Benda uji rusak	-
48	C3	0,00		-
Rata-rata tiap specimen		1,90	25,00	533,34
49	C1	0,00	Rusak	-
50	C2	5,98	21,00	448,00
51	C3	0,00	Rusak	-
Rata-rata tiap specimen		1,99	21,00	448,00
52	C1	6,60	12,00	256,00
53	C2	8,40	45,00	960,01
54	C3	0,00	Rusak	-
Rata-rata tiap specimen		5,00	28,50	608,00
55	C1	0,00	Rusak	-
56	C2	6,20	19,00	405,34
57	C3	0,00	Rusak	-
Rata-rata tiap specimen		2,07	19,00	405,34
58	C1	0,00	Benda uji rusak	-
59	C2	0,00		0,00
60	C3	5,50	20,00	426,67
Rata-rata tiap specimen		1,83	20,00	213,33

2) Benda Uji Varians

Tabel 56. Hasil Pengujian Marshall Benda Uji Varians

No	Notasi	Flow (mm)	Bacaan Dial	Bacaan dial x konversi alat (kg)
1	V11	3,64	78,00	1664,01
2	V12	4,93	73,00	1557,34
3	V13	4,06	77,00	1642,68
Rata-rata tiap specimen		4,21	76,00	1621,34
4	V21	4,74	49,00	1045,34
5	V22	7,68	58,00	1237,34
6	V23	6,43	55,00	1173,34
Rata-rata tiap specimen		6,28	54,00	1152,01
7	V31	7,84	71,00	1514,68
8	V32	6,87	87,00	1856,01
9	V33	5,56	88,00	1877,34
Rata-rata tiap specimen		6,76	82,00	1749,34
10	V41	7,03	57,00	1216,01
11	V42	5,65	82,00	1749,34
12	V43	6,04	82,00	1749,34
Rata-rata tiap specimen		6,24	73,67	1571,56
13	V51	3,10	57,00	1216,01

No	Notasi	Flow (mm)	Bacaan Dial	Bacaan dial x konversi alat (kg)
14	V52	5,40	87,00	1856,01
No	Notasi	Flow (mm)	Bacaan Dial	Bacaan dial x konversi alat (kg)
15	V53	6,05	96,00	2048,01
Rata-rata tiap specimen		4,85	80,00	1706,68
16	V61	6,10	18,00	384,00
17	V62	6,26	18,00	384,00
18	V63	6,40	11,00	234,67
Rata-rata tiap specimen		6,25	15,67	334,22
19	V71	7,28	49,00	1045,34
20	V72	6,20	45,00	960,01
21	V73	6,10	58,00	1237,34
Rata-rata tiap specimen		6,53	50,67	1080,90
22	V81	3,70	46,00	981,34
23	V82	5,29	79,00	1685,34
24	V83	6,20	51,00	1088,01
Rata-rata tiap specimen		5,06	58,67	1251,56

3) Benda Uji Berdasarkan Mix Desain Volume

Tabel 57. Hasil Pengujian Marshall Benda Uji Berdasarkan Mix Desain Volume

No	Notasi	Flow (mm)	Bacaan Dial	Bacaan dial x konversi alat (kg)
1	VV11	2,35	76,00	1621,34
2	VV12	5,79	55,00	1173,34
Rata-rata tiap specimen		4,07	65,50	1397,34
3	VV21	4,52	54,00	1152,01
4	VV22	4,07	64,00	1365,34
Rata-rata tiap specimen		4,30	59,00	1258,67
5	VV31	3,09	76,00	1621,34
6	VV32	2,04	73,00	1557,34
Rata-rata tiap specimen		2,57	74,50	1589,34
7	VV41	6,78	85,00	1813,34
8	VV42	3,97	48,00	1024,01
Rata-rata tiap specimen		5,38	66,50	1418,68
9	VV51	5,78	106,00	2261,35
10	VV52	3,72	51,00	1088,01
Rata-rata tiap specimen		4,75	78,50	1674,68
11	VV61	4,65	9,00	192,00
12	VV62	4,36	9,00	192,00

No	Notasi	Flow (mm)	Bacaan Dial	Bacaan dial x konversi alat (kg)
Rata-rata tiap specimen		4,51	9,00	192,00
13	VV71	3,78	19,00	405,34
14	VV72	3,68	30,00	640,00
Rata-rata tiap specimen		3,73	24,50	522,67
15	VV81	2,08	68,00	1450,68
16	VV82	2,58	58,00	1237,34
Rata-rata tiap specimen		2,33	63,00	1344,01

B. Pembahasan

1) Benda Uji Control

a) Analisis Marshall Agregat Bantak dengan Kadar Aspal 5%

Tabel 58. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Bantak dengan Kadar Aspal 5%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m ³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga a Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pele- lehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi i Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	5	4,76	1240,00	1265,80	351,00	914,80	1,36	2,50	49,7013	45,78	7,89	86,00	46,99	1834,68	7,25	253,06	3,63
B2	5	4,76	1249,10	1217,80	343,00	874,80	1,43	2,50	47,0154	42,89	8,78	64,00	46,99	1365,34	4,10	333,01	3,63
B3	5	4,76	1240,60	1390,00	388,00	1002,00	1,24	2,50	54,0564	50,48	6,63	99,00	46,99	2112,01	4,10	515,13	3,63
Rata-rata			1243,2	1251,34	356,80	894,54	1,34	2,50	50,26	46,38	7,77	83,00	46,99	1770,68	5,15	367,06	3,63

b) Analisis Marshall Agregat Bantak dengan Kadar Aspal 5,5%

Tabel 59. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Bantak dengan Kadar Aspal 5,5%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m ³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga a Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pele- lehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi i Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	5,5	5,213	1261,20	1271,00	349,00	922,00	1,3678959	2,488	49,4814	45,0273	9,0016	82,00	46,99	1749,34	6,80	257,256	4,090
B2	5,5	5,213	1246,90	1263,00	352,00	911,00	1,3687157	2,488	49,4511	44,994353	9,0125	119,00	46,99	2538,68	4,40	576,973	4,090
B3	5,5	5,213	1261,10	1265,00	361,00	904,00	1,3950221	2,488	48,4796	43,937156	9,3698	86,00	46,99	1834,68	4,50	407,706	4,090
Rata-rata			1256,4	1266,3	354,0	912,33	1,38	2,49	49,14	44,65	9,13	95,67	46,99	2040,90	5,23	413,98	4,09

c) Analisis Marshall Agregat Bantak dengan Kadar Aspal 6%

Tabel 60. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Bantak dengan Kadar Aspal 6%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Bacaan Pada Alat (lbs)	Stabilitas		Pelelehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)								Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q =o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	6	5,660	1243,60	1263,00	350,00	913,00	1,362103	2,477	49,9326	45,00674	9,8651	77,00	46,99	1642,68	5,68	289,204	4,542
B2	6	5,660	1246,90	1276,00	362,00	914,00	1,3642232	2,477	49,8547	44,921138	9,8959	79,00	46,99	1685,34	5,37	313,844	4,542
B3	6	5,660	1261,10	1252,00	358,00	894,00	1,4106264	2,477	48,149	43,047665	10,595	96,00	46,99	2048,01	6,90	296,813	4,542
	Rata-rata		1250,5	1263,7	356,7	907,00	1,38	2,48	49,31	44,33	10,12	84,00	46,99	1792,01	5,98	299,95	4,54

d) Analisis Marshall Agregat Bantak dengan Kadar Aspal 6,5%

Tabel 61. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Bantak dengan Kadar Aspal 6,5%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pelelehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	c=100/(100+b)*b	d	e	f	g =e-f	h = d/g	i=100/((100-c)/t+c/u)	j = 100-(100-c)*h/s	k = 100-(h*100/i)	l=100*(j-k)/j	m	n	o	p	q =o/p	r = c-(v*(100-c)/100)
B1	6,5	6,103	1261,50	1266,00	354,00	912,00	1,3832237	2,466	49,395	43,899139	11,126	63,00	46,99	1344,01	4,97	270,424	4,990
B2	6,5	6,103	1250,80	1265,00	359,00	906,00	1,380574	2,466	49,4919	44,006607	11,083	90,00	46,99	1920,01	4,95	387,881	4,990
B3	6,5	6,103	1253,50	1257,00	365,00	892,00	1,4052691	2,466	48,5885	43,005022	11,491	114,00	46,99	2432,01	3,55	685,074	4,990
Rata-rata			1255,	1262,	359,3	903,3	1,39	2,47	49,16	43,64	11,23	89,00	46,99	1898,68	4,49	447,79	4,99

	3	7	3
--	---	---	---

e) Analisis Marshall Agregat Bantak dengan Kadar Aspal 7 %

Tabel 62. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Bantak dengan Kadar Aspal 7%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m ³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)	
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			Pele- lehan (mm)
a	b	c=100/ (100+b)*b	d	e	f	g =e-f	h = d/g	i=100/((100- c)/t+c/u)	j = 100- (100- c)*h/s	k = 100- (h*100/i)	l=100* (j-k)/j	m	n	o	p	q =o/p	r = c- (v*(100- c)/100)
B1	7	6,542	1265,10	1250,00	351,00	899,00	1,4072303	2,455	48,7573	42,668602	12,488	89,00	46,99	1898,68	5,20	365,130	5,434
B2	7	6,542	1254,20	1266,00	356,00	910,00	1,3782418	2,455	49,8129	43,849611	11,971	79,00	46,99	1685,34	6,30	267,515	5,434
B3	7	6,542	1250,00	1238,00	355,00	883,00	1,4156285	2,455	48,4515	42,326451	12,642	103,00	46,99	2197,35	5,10	430,852	5,434
	Rata-rata		1256,4	1251,3	354,0	897,33	1,40	2,45	49,01	42,95	12,37	90,33	46,99	1927,12	5,53	354,50	5,43

f) Analisis Marshall Agregat Progo dengan Kadar Aspal 5 %

Tabel 63. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Progo dengan Kadar Aspal 5%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pelelehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q =o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	5	4,76	1282,10	1313,00	369,00	944,00	1,36	2,50	45,5569	45,67	-0,26	30,00	46,99	640,00	3,98	160,80	4,76
B2	5	4,76	1299,00	1276,00	349,00	927,00	1,40	2,50	43,8277	43,95	-0,28	18,00	46,99	384,00	3,60	106,67	4,76
B3	5	4,76	1308,50	1299,00	356,00	943,00	1,39	2,50	44,3769	44,50	-0,27	31,00	46,99	661,34	3,50	188,95	4,76

Rata-rata	1296,5	1251,34	356,80	894,54	1,38	2,50	44,59	44,71	-0,27	26,33	46,99	561,78	3,69	152,14	4,76
-----------	--------	---------	--------	--------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	------	--------	------

g) Analisis Marshall Agregat Progo dengan Kadar Aspal 5,5%

Tabel 64. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Progo dengan Kadar Aspal 5,5%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m ³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pelelehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	5,5	5,213	1275,80	1285,00	354,00	931,00	1,37035	2,488	45,3283	44,928495	0,882	32,00	46,99	682,67	3,65	187,033	0,366
B2	5,5	5,213	1268,70	1366,00	385,00	981,00	1,29327	2,488	48,4036	48,026261	0,7795	21,00	46,99	448,00	3,05	146,886	0,366
B3	5,5	5,213	1295,20	1295,00	356,00	939,00	1,37934	2,488	44,9698	44,5673971	0,8949	70,00	46,99	1493,34	4,40	339,396	0,366
Rata-rata			1279,9	1315,33	365,00	950,33	1,35	2,49	46,23	45,84	0,85	41,00	46,99	874,67	3,70	224,44	0,37

h) Analisis Marshall Agregat Progo dengan Kadar Aspal 6%

Tabel 65. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Progo dengan Kadar Aspal 6%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m ³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pelelehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	6	5,660	1277,50	1292,00	362,00	930,00	1,37366	2,477	45,4551	44,5403036	2,0125	80,00	46,99	1706,68	4,10	416,263	0,836
B2	6	5,660	1273,40	1283,00	357,00	926,00	1,37516	2,477	45,3953	44,4794977	2,0173	69,00	46,99	1472,01	4,30	342,328	0,836

B3	6	5,660	1380,8 0	1259,00	346,00	913,00	1,51238	2,477	39,9468	38,939616 4	2,5212	82,00	46,99	1749,34	4,20	416,510	0,836
	Rata-rata		1310,6	1278,0 0	355,0 0	923,0 0	1,42	2,48	43,60	42,65	2,18	77,00	46,99	1642,6 8	4,20	391,70	0,84

i) Analisis Marshall Agregat Progo dengan Kadar Aspal 6,5%

Tabel 66. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Progo dengan Kadar Aspal 6,5%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m ³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pele- lehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	6,5	6,103	1270,0 0	1288,00	356,00	932,00	1,36266	2,466	46,1457	44,733124 2	3,0611	57,00	46,99	1216,01	4,18	290,911	1,302
B2	6,5	6,103	1287,8 0	1315,00	365,00	950,00	1,35558	2,466	46,4256	45,020356 2	3,0268	41,00	46,99	874,67	4,80	182,223	1,302
B3	6,5	6,103	1291,4 0	1324,00	367,00	957,00	1,34943	2,466	46,6688	45,269936 6	2,9974	58,00	46,99	1237,34	5,60	220,954	1,302
	Rata-rata		1283,1	1309,0 0	362,6 7	946,3 3	1,36	2,47	46,41	45,01	3,03	52,00	46,99	1109,34	4,86	231,36	1,30

j) Analisis Marshall Agregat Progo dengan Kadar Aspal 7%

Tabel 67. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Progo dengan Kadar Aspal 7%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m ³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pele- lehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	7	6,542	1262,9 0	1294,00	356,00	938,00	1,34638	2,455	47,038	45,147870 9	4,0183	59,00	46,99	1258,67	5,30	237,486	1,763

B2	7	6,542	1206,2 0	1322,00	364,00	958,00	1,25908	2,455	50,4718	48,704274 2	3,5021	78,00	46,99	1664,01	7,20	231,112	1,763
B3	7	6,542	1279,0 0	1315,00	367,00	948,00	1,34916	2,455	46,9286	45,034577 4	4,0359	88,00	46,99	1877,34	5,40	347,656	1,763
Rata-rata			1249,4	1310,3 3	362,3 3	948,0 0	1,32	2,45	48,15	46,30	3,85	75,00	46,99	1600,0 1	5,97	272,08	1,76

k) Analisis Marshall Agregat Krasak dengan Kadar Aspal 5%

Tabel 68. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Krasak dengan Kadar Aspal 5%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pele- lehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c = 100 / (100 + b) * b$	d	e	f	g = e - f	h = d / g	$i = 100 / ((100 - c) / t + c / u)$	$j = 100 - (100 - c) * h / s$	$k = 100 - (h * 100 / i)$	$l = 100 * (j - k) / j$	m	n	o	p	q = o / p	$r = c - (v * (100 - c) / 100)$
B1	5	4,76	1260,40	1269,00	351,00	918,00	1,37	2,50	44,9625	45,08	-0,26	90,00	46,99	1920,01	3,40	564,71	-0,11
B2	5	4,76	1254,60	1260,00	350,00	910,00	1,38	2,50	44,7342	44,85	-0,27	86,00	46,99	1834,68	6,95	263,98	-0,11
B3	5	4,76	1273,20	1250,00	357,00	893,00	1,43	2,50	42,8471	42,97	-0,29	64,00	46,99	1365,34	3,10	440,43	-0,11
Rata-rata			1262,7	1251,34	356,80	894,54	1,39	2,50	44,18	44,30	-0,27	80,00	46,99	1706,68	4,48	423,04	-0,11

l) Analisis Marshall Agregat Krasak dengan Kadar Aspal 5,5%

Tabel 69. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Krasak dengan Kadar Aspal 5,5%

Kode	Kadar aspal	Berat benda uji	Isi	Kepadatan	BJ	Rongga	Rongga	Rongga	Stabilitas	Pele-	Hasil	Kadar
------	-------------	-----------------	-----	-----------	----	--------	--------	--------	------------	-------	-------	-------

briket	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)	benda uji (cc)	n (t/m ³)	Campuran Maksimum (teoritis)	Diantara Agregat (VMA) %	terhadap campuran (VIM) %	a Terisi Aspal (VFB) %	Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)	lehan (mm)	Bagi Marshall	Aspal Efektif (%)
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = \frac{c-v*(100-c)/100}{100}$
B1	5,5	5,213	1255,00	1265,80	351,00	914,80	1,37188	2,488	45,2672	44,8670034	0,8842	74,00	46,99	1578,68	3,10	509,250	0,366
B2	5,5	5,213	1259,40	1217,80	343,00	874,80	1,43964	2,488	42,5639	42,1439283	0,9868	104,00	46,99	2218,68	2,30	964,643	0,366
B3	5,5	5,213	1258,20	1390,00	388,00	1002,00	1,25569	2,488	49,903	49,5366605	0,7341	42,00	46,99	896,01	2,70	331,854	0,366
Rata-rata			1257,5	1291,20	360,67	930,53	1,36	2,49	45,91	45,52	0,87	73,33	46,99	1564,45	2,70	601,92	0,37

m) Analisis Marshall Agregat Krasak dengan Kadar Aspal 6%

Tabel 70. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Krasak dengan Kadar Aspal 6%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m ³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pelelehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = \frac{c-v*(100-c)/100}{100}$
B1	6	5,660	1238,90	1249,00	349,00	900,00	1,37656	2,477	45,3399	44,4232341	2,0219	58,00	46,99	1237,34	3,30	374,952	0,836
B2	6	5,660	1245,20	1257,00	353,00	904,00	1,37743	2,477	45,3051	44,387783	2,0247	64,00	46,99	1365,34	3,10	440,433	0,836
B3	6	5,660	1227,20	1234,50	347,00	887,50	1,38276	2,477	45,0936	44,1727144	2,0421	61,00	46,99	1301,34	3,20	406,669	0,836
Rata-rata			1237,1	1246,83	349,67	897,17	1,38	2,48	45,25	44,33	2,03	61,00	46,99	1301,34	3,20	407,35	0,84

n) Analisis Marshall Agregat Krasak dengan Kadar Aspal 6,5%

Tabel 71. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Krasak dengan Kadar Aspal 6,5%

Kode	Kadar aspal	Berat benda uji			Isi	Kepadatan	BJ	Rongga	Rongga	Rongga	Stabilitas			Pele-	Hasil	Kadar
------	-------------	-----------------	--	--	-----	-----------	----	--------	--------	--------	------------	--	--	-------	-------	-------

briket	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)	benda uji (cc)	n (t/m ³)	Campuran Maksimum (teoritis)	Diantara Agregat (VMA) %	terhadap campuran (VIM) %	a Terisi Aspal (VFB) %	Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)	lehan (mm)	Bagi Marshall	Aspal Efektif (%)
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	6,5	6,103	1259,00	1265,50	359,00	906,50	1,38886	2,466	45,1103	43,6706126	3,1916	81,00	46,99	1728,01	4,70	367,662	1,302
B2	6,5	6,103	1219,00	1266,80	366,00	900,80	1,35324	2,466	46,518	45,1151559	3,0156	98,00	46,99	2090,68	3,98	525,296	1,302
B3	6,5	6,103	1242,60	1265,00	357,00	908,00	1,3685	2,466	45,9148	44,4962141	3,0897	78,00	46,99	1664,01	3,90	426,669	1,302
Rata-rata			1240,2	1265,77	360,67	905,10	1,37	2,47	45,85	44,43	3,10	85,67	46,99	1827,57	4,86	439,88	1,30

o) Analisis Marshall Agregat Krasak dengan Kadar Aspal 7%

Tabel 72. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Krasak dengan Kadar Aspal 7%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m ³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pelelehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	7	6,542	1206,00	1250,00	363,00	887,00	1,35964	2,455	46,5162	44,607489	4,1034	80,00	46,99	1706,68	2,40	711,115	1,763
B2	7	6,542	1247,00	1262,00	358,00	904,00	1,37942	2,455	45,7379	43,8014142	4,2339	76,00	46,99	1621,34	3,40	476,866	1,763
B3	7	6,542	1241,50	1283,00	368,00	915,00	1,35683	2,455	46,6267	44,7219144	4,0852	63,00	46,99	1344,01	3,70	363,245	1,763
Rata-rata			1231,5	1265,00	363,00	902,00	1,37	2,45	46,29	44,38	4,14	73,00	46,99	1557,34	3,17	517,08	1,76

p) Analisis Marshall Agregat Clereng dengan Kadar Aspal 5%

Tabel 73. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Clereng dengan Kadar Aspal 5%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)	
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			Pelelehan (mm)
a	b	c=100/(100+b)*b	d	e	f	g =e-f	h = d/g	i=100/((100-c)/t+c/u)	j = 100-(100-c)*h/s	k = 100-(h*100/i)	l=100*(j-k)/j	m	n	o	p	q =o/p	r = c-(v*(100-c)/100)
B1	5	4,76	1220,80	1269,00	351,00	918,00	1,33	2,50	43,6264	46,81	-7,29	25,00	46,99	533,34	5,70	93,57	-3,00
B2	5	4,76	1222,70	1260,00	350,00	910,00	1,34	2,50	43,0423	46,25	-7,46	0,00	46,99	0,00	0,00	#DIV/0!	-3,00
B3	5	4,76	1163,50	1250,00	357,00	893,00	1,30	2,50	44,7682	47,88	-6,96	0,00	46,99	0,00	0,00	#DIV/0!	-3,00
Rata-rata			1202,3	1251,34	356,80	894,54	1,33	2,50	43,81	46,98	-7,24	8,33	46,99	177,78	1,90	93,57	-3,00

q) Analisis Marshall Agregat Clereng dengan Kadar Aspal 5,5%

Tabel 74. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Clereng dengan Kadar Aspal 5,5%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantar a Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pelelehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g =e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q =o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	5,5	5,213	1191,90	1265,80	351,00	914,80	1,30291	2,488	48,0191	47,6390289	0,7916	0,00	46,99	0,00	0,00	#DIV/0!	0,366
B2	5,5	5,213	1151,00	1217,80	343,00	874,80	1,31573	2,488	47,5076	47,1237585	0,808	21,00	46,99	448,00	5,98	74,917	0,366
B3	5,5	5,213	1202,20	1390,00	388,00	1002,00	1,1998	2,488	52,1327	51,7826842	0,6714	0,00	46,99	0,00	0,00	#DIV/0!	0,366

Rata-rata	1181,7	1291,20	360,67	930,53	1,27	2,49	49,22	48,85	0,76	7,00	46,99	448,00	5,98	74,92	0,37
-----------	--------	---------	--------	--------	------	------	-------	-------	------	------	-------	--------	------	-------	------

r) Analisis Marshall Agregat Clereng dengan Kadar Aspal 6%

Tabel 75. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Clereng dengan Kadar Aspal 6%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m ³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pelelehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	6	5,660	1040,80	1249,00	349,00	900,00	1,15644	2,477	54,0801	53,309954	1,424	12,00	46,99	256,00	6,60	38,788	0,836
B2	6	5,660	985,60	1257,00	353,00	904,00	1,09027	2,477	56,7079	55,9818494	1,2803	45,00	46,99	960,01	8,40	114,286	0,836
B3	6	5,660	1171,90	1234,50	347,00	887,50	1,32045	2,477	47,5677	46,6883996	1,8486	0,00	46,99	0,00	0,00	#DIV/0!	0,836
Rata-rata			1066,1	1246,83	349,67	897,17	1,19	2,48	52,79	51,99	1,52	19,00	46,99	608,00	7,50	76,5	0,84

s) Analisis Marshall Agregat Clereng dengan Kadar Aspal 6,5%

Tabel 76. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Clereng dengan Kadar Aspal 6,5%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m ³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pelelehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	6,5	6,103	1148,90	1265,50	359,00	906,50	1,2674	2,466	49,9105	48,5966377	2,6324	0,00	46,99	0,00	0,00	#DIV/0!	1,302
B2	6,5	6,103	1157,20	1266,80	366,00	900,80	1,28464	2,466	49,2294	47,8976689	2,7051	19,00	46,99	405,34	6,20	65,377	1,302
B3	6,5	6,103	1025,40	1265,00	357,00	908,00	1,1293	2,466	55,3686	54,1979864	2,1143	0,00	46,99	0,00	0,00	#DIV/0!	1,302

Rata-rata	1110,5	1265,77	360,67	905,10	1,23	2,47	51,50	50,23	2,48	19,00	46,99	405,34	6,20	65,38	1,30
-----------	--------	---------	--------	--------	------	------	-------	-------	------	-------	-------	--------	------	-------	------

t) Analisis Marshall Agregat Clereng dengan Kadar Aspal 7%

Tabel 77. Perhitungan Karakteristik Marshall Agregat Clereng dengan Kadar Aspal 7%

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m ³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pele- lehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	7	6,542	1146,80	1250,00	363,00	887,00	1,2929	2,455	49,1416	47,3265907	3,6935	0,00	46,99	0,00	0,00	#DIV/0!	1,763
B2	7	6,542	1131,40	1262,00	358,00	904,00	1,25155	2,455	50,7681	49,0111628	3,4608	0,00	46,99	0,00	0,00	#DIV/0!	1,763
B3	7	6,542	1203,80	1283,00	368,00	915,00	1,31563	2,455	48,2475	46,4005159	3,8281	20,00	46,99	426,67	5,50	77,576	1,763
Rata-rata			1160,7	1265,00	363,00	902,00	1,29	2,45	49,39	47,58	3,66	20,00	46,99	426,67	5,50	77,58	1,76

2) Benda Uji Varians

a) Analisis Marshall Varians 1

Tabel 78. Perhitungan Karakteristik Marshall Varians 1

Kode	Kadar aspal	Berat benda uji	Isi	Kepadatan	BJ	Rongga	Rongga	Rongga	Stabilitas	Pele-	Hasil	Kadar
------	-------------	-----------------	-----	-----------	----	--------	--------	--------	------------	-------	-------	-------

briket	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)	benda uji (cc)	n (t/m³)	Campuran Maksimum (teoritis)	Diantara Agregat (VMA) %	terhadap campuran (VIM) %	a Terisi Aspal (VFB) %	Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)	lehan (mm)	Bagi Marshall	Aspal Efektif (%)
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	6	5,66	1258,30	1260,00	358,00	902,00	1,40	2,50	49,0628	44,20	9,91	78,00	46,99	1664,01	3,64	457,15	4,38
B2	6	5,66	1282,60	1288,30	363,00	925,30	1,39	2,50	49,3865	44,55	9,78	73,00	46,99	1557,34	4,93	315,89	4,38
B3	6	5,66	1267,30	1269,00	363,00	906,00	1,40	2,50	48,925	44,05	9,97	77,00	46,99	1642,68	4,06	404,60	4,38
Rata-rata			1269,4	1272,43	361,33	911,10	1,39	2,50	49,12	44,27	9,89	76,00	46,99	1621,34	4,21	392,55	4,38

b) Analisis Marshall Varians 2

Tabel 79. Perhitungan Karakteristik Marshall Varians 2

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pelelehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	6	5,660	1208,80	1210,00	317,00	893,00	1,3536394	2,500	48,948	45,854423	6,3202	49,00	46,99	1045,34	4,74	220,536	2,870
B2	6	5,660	1218,30	1227,00	323,00	904,00	1,347677	2,500	49,1729	46,09292	6,2636	58,00	46,99	1237,34	7,68	161,112	2,870
B3	6	5,660	1245,40	1225,00	319,00	906,00	1,3746137	2,500	48,157	45,015453	6,5236	55,00	46,99	1173,34	6,43	182,479	2,870
Rata-rata			1224,2	1220,67	319,67	901,00	1,36	2,50	48,76	45,65	6,37	54,00	46,99	1152,01	6,28	188,04	2,87

c) Analisis Marshall Varians 3

Tabel 80. Perhitungan Karakteristik Marshall Varians 3

Kode	Kadar aspal	Berat benda uji	Isi	Kepadatan	BJ	Rongga	Rongga	Rongga	Stabilitas	Pele-	Hasil	Kadar
------	-------------	-----------------	-----	-----------	----	--------	--------	--------	------------	-------	-------	-------

briket	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)	benda uji (cc)	n (t/m³)	Campuran Maksimum (teoritis)	Diantara Agregat (VMA) %	terhadap campuran (VIM) %	a Terisi Aspal (VFB) %	Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)	lehan (mm)	Bagi Marshal	Aspal Efektif (%)
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	6	5,660	1268,70	1280,00	359,50	920,50	1,3782727	2,500	49,6099	44,869093	9,5562	71,00	46,99	1514,68	7,84	193,198	4,320
B2	6	5,660	1273,10	1276,00	353,00	923,00	1,3793066	2,500	49,5721	44,827736	9,5707	87,00	46,99	1856,01	6,87	270,162	4,320
B3	6	5,660	1305,00	1310,00	364,00	946,00	1,3794926	2,500	49,5653	44,820296	9,5733	88,00	46,99	1877,34	5,56	337,652	4,320
Rata-rata			1282,27	1288,67	358,83	929,83	1,38	2,50	49,58	44,84	9,57	82,00	46,99	1749,34	6,76	267,00	4,32

d) Analisis Marshall Varians 4

Tabel 81. Perhitungan Karakteristik Marshall Varians 4

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pelelehan (mm)	Hasil Bagi Marshal	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	g = e-f	h = d/g	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	q = o/p	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	6	5,660	1236,50	1252,00	343,00	909,00	1,360286	2,500	50,2217	45,588559	9,2254	57,00	46,99	1216,01	7,03	172,974	4,278
B2	6	5,660	1226,00	1234,00	346,00	888,00	1,3806306	2,500	49,4772	44,774775	9,5043	82,00	46,99	1749,34	5,65	309,618	4,278
B3	6	5,660	1249,10	1250,00	351,00	899,00	1,3894327	2,500	49,1551	44,422692	9,6275	82,00	46,99	1749,34	6,04	289,626	4,278
Rata-rata			1237,2	1245,3	346,7	898,67	1,38	2,50	49,62	44,93	9,45	73,67	46,99	1571,56	6,24	257,41	4,28

e) Analisis Marshall Varians 5

Tabel 82. Perhitungan Karakteristik Marshall Varians 5

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pelelehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	$g=e-f$	$h = d/g$	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	$q=o/p$	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	6	5,660	1222,20	1224,00	337,00	887,00	1,377903	2,500	50,5829	44,883878	11,267	57,00	46,99	1216,01	3,10	392,260	5,195
B2	6	5,660	1218,80	1215,00	340,00	875,00	1,3929143	2,500	50,0445	44,283429	11,512	87,00	46,99	1856,01	5,40	343,706	5,195
B3	6	5,660	1261,30	1260,00	347,00	913,00	1,3814896	2,500	50,4543	44,740416	11,325	96,00	46,99	2048,01	6,05	338,514	5,195
Rata-rata			1234,1	1233,0	341,3	891,67	1,38	2,50	50,36	44,64	11,37	80,00	46,99	1706,68	4,85	358,16	5,19

f) Analisis Marshall Varians 6

Tabel 83. Perhitungan Karakteristik Marshall Varians 6

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pelelehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	$g=e-f$	$h = d/g$	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/i)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	$q=o/p$	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	6	5,660	1170,90	1175,00	286,00	889,00	1,3170979	2,367	44,9544	44,362172	1,3174	18,00	46,99	384,00	6,10	62,951	0,565
B2	6	5,660	1192,80	1210,00	297,00	913,00	1,3064622	2,367	45,3989	44,811451	1,2939	18,00	46,99	384,00	6,26	61,342	0,565
B3	6	5,660	1164,60	1203,00	298,50	904,50	1,2875622	2,367	46,1888	45,60984	1,2534	11,00	46,99	234,67	6,40	36,667	0,565
Rata-rata			1176,1	1196,0	293,8	902,17	1,30	2,37	45,51	44,93	1,29	15,67	46,99	334,22	6,25	53,65	0,56

g) Analisis Marshall Varians 7

Tabel 84. Perhitungan Karakteristik Marshall Varians 7

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pelelehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	$g=e-f$	$h = d/g$	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/l)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	$q=o/p$	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	6	5,660	1265,60	1265,00	344,00	921,00	1,3741585	2,367	40,6986	41,951773	-3,0792	49,00	46,99	1045,34	7,28	143,591	-1,145
B2	6	5,660	1258,40	1258,00	349,00	909,00	1,3843784	2,367	40,2575	41,520056	-3,1361	45,00	46,99	960,01	6,20	154,840	-1,145
B3	6	5,660	1269,40	1273,00	350,00	923,00	1,3752979	2,367	40,6494	41,903641	-3,0855	58,00	46,99	1237,34	6,10	202,843	-1,145
Rata-rata			1264,5	1265,3	347,7	917,67	1,38	2,37	40,54	41,79	-3,10	50,67	46,99	1080,90	6,53	167,09	-1,15

h) Analisis Marshall Varians 8

Tabel 85. Perhitungan Karakteristik Marshall Varians 8

Kode briket	Kadar aspal		Berat benda uji			Isi benda uji (cc)	Kepadatan (t/m³)	BJ Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Diantara Agregat (VMA) %	Rongga terhadap campuran (VIM) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	Stabilitas			Pelelehan (mm)	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif (%)
	thd. Berat Agregat (%)	thd. Berat Campuran (%)	Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam air (gr)							Bacaan Pada Alat (lbs)	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi (kg)			
a	b	$c=100/(100+b)*b$	d	e	f	$g=e-f$	$h = d/g$	$i=100/((100-c)/t+c/u)$	$j = 100-(100-c)*h/s$	$k = 100-(h*100/l)$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o	p	$q=o/p$	$r = c-(v*(100-c)/100)$
B1	6	5,660	1259,80	1223,00	350,00	873,00	1,4430699	2,367	40,1735	39,040768	2,8197	46,00	46,99	981,34	3,70	265,227	0,986
B2	6	5,660	1259,10	1262,00	358,00	904,00	1,3928097	2,367	42,2572	41,163894	2,5873	79,00	46,99	1685,34	5,29	318,590	0,986
B3	6	5,660	1200,30	1206,00	335,00	871,00	1,3780712	2,367	42,8682	41,786491	2,5234	51,00	46,99	1088,01	6,20	175,485	0,986
Rata-rata			1239,7	1230,3	347,7	882,67	1,40	2,37	41,77	40,66	2,64	58,67	46,99	1251,56	5,06	253,10	0,99

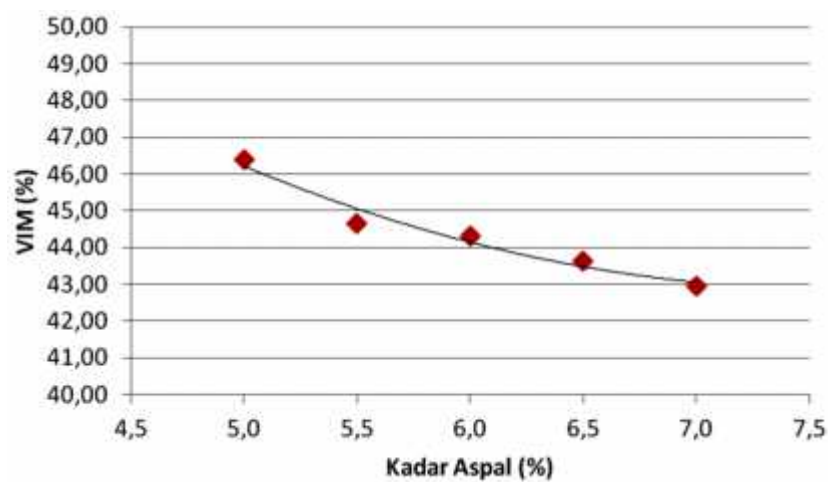
C. Nilai Rongga Terhadap Campuran (VIM)

1) Benda Uji Kontrol

a) Nilai VIM Campuran Agregat Bantak

Tabel 86. Nilai VIM Campuran Agregat Bantak

Kadar Aspal (%)	VIM (%)
5,0	46,38
5,5	44,65
6,0	44,33
6,5	43,64
7,0	42,95

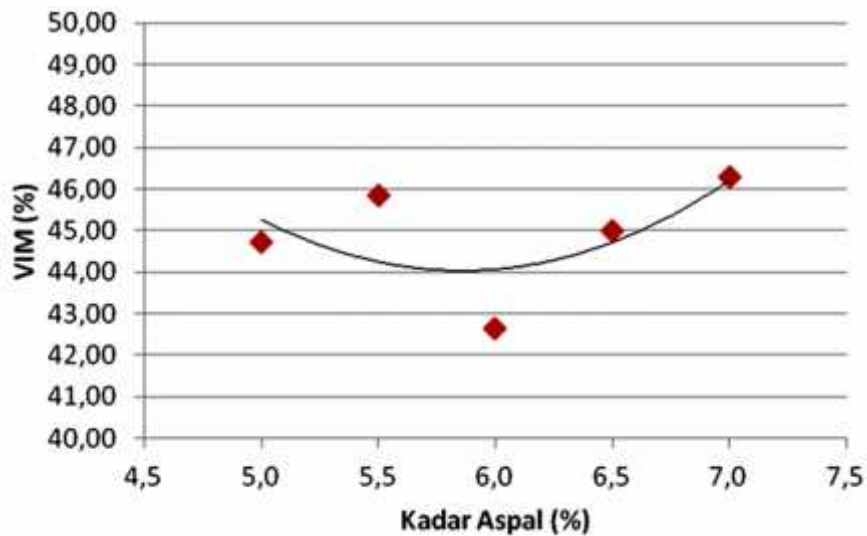


Gambar 29. Hubungan Nilai VIM dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Bantak

b) Nilai VIM Campuran Agregat Progo

Tabel 87. Nilai VIM Campuran Agregat Progo

Kadar Aspal (%)	VIM (%)
5,0	44,71
5,5	45,84
6,0	42,65
6,5	45,01
7,0	46,30

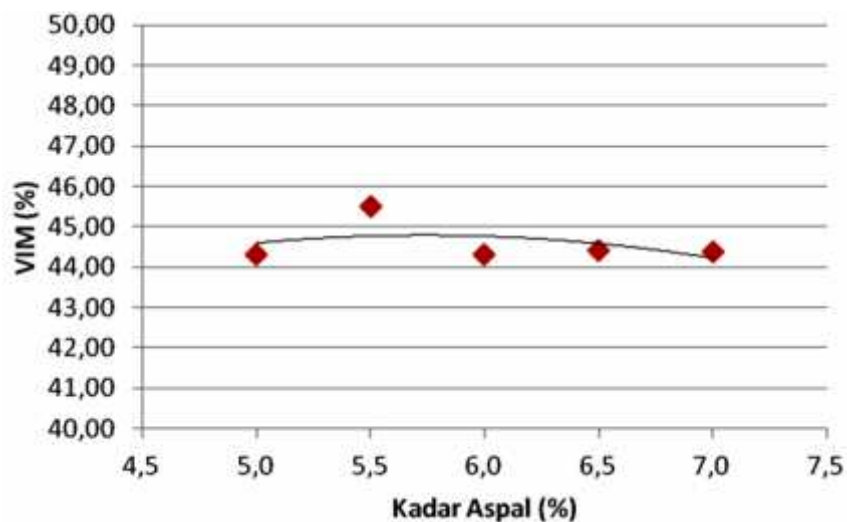


Gambar 30. Hubungan Nilai VIM dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Progo

c) Nilai VIM Campuran Agregat Krasak

Tabel 88. Nilai VIM Campuran Agregat Krasak

Kadar Aspal (%)	VIM (%)
5,0	44,30
5,5	45,52
6,0	44,33
6,5	44,43
7,0	44,38

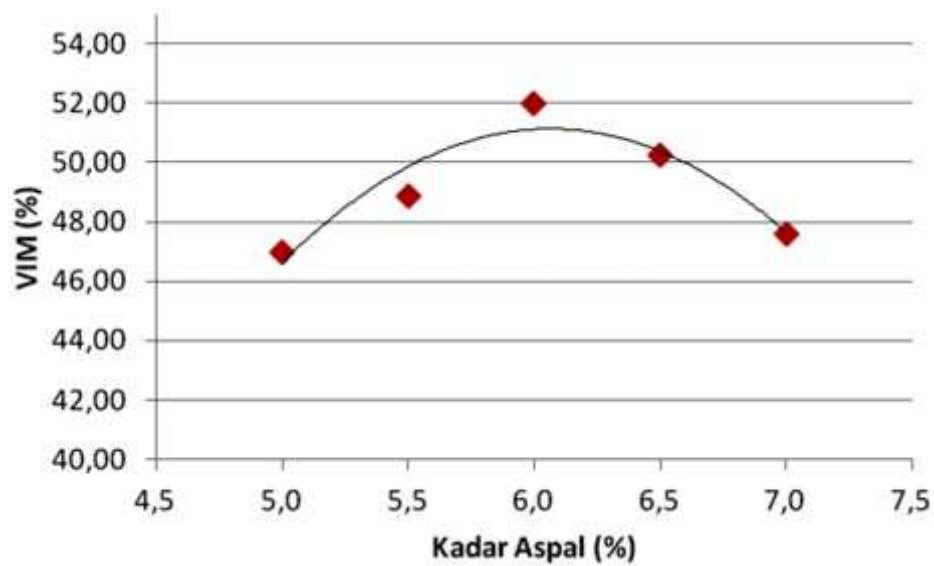


Gambar 31. Hubungan Nilai VIM dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Krasak

d) Nilai VIM Campuran Agregat Clereng

Tabel 89. Nilai VIM Campuran Agregat Clereng

Kadar Aspal (%)	VIM (%)
5,0	46,98
5,5	48,85
6,0	51,99
6,5	50,23
7,0	47,58

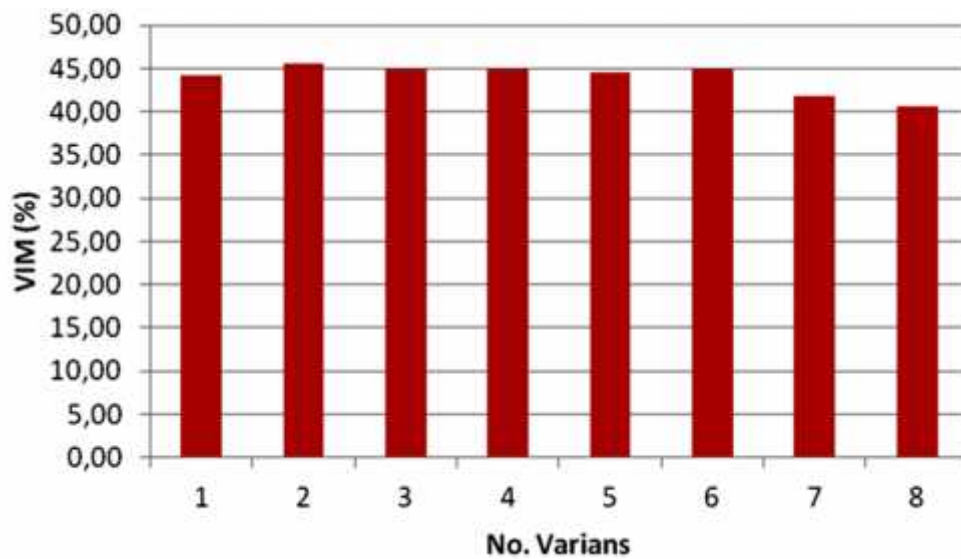


Gambar 32. Hubungan Nilai VIM dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Clereng

2) Nilai VIM Benda Uji Varians

Tabel 90. Nilai VIM Tiap Varians

No. Varians	VIM (%)
1	44,27
2	45,65
3	44,84
4	44,93
5	44,64
6	44,93
7	41,79
8	40,66



Gambar 33. Grafik Perbandingan Nilai VIM Tiap Varians

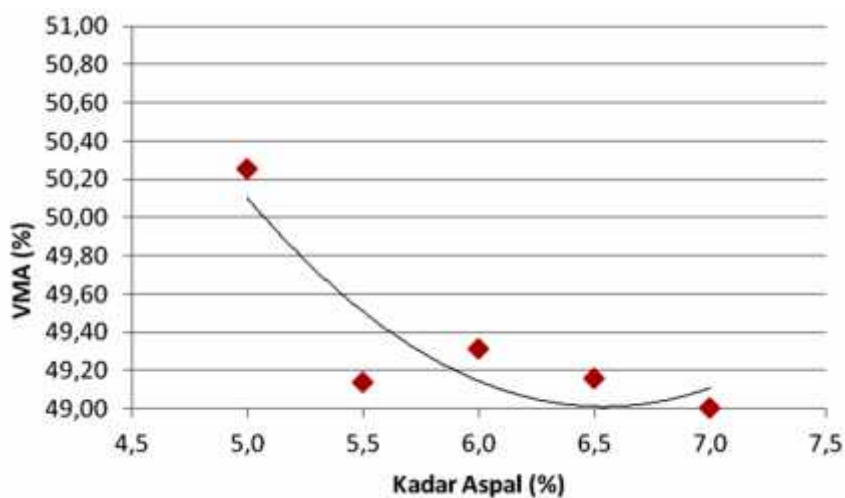
D. Nilai Rongga Di Antara Agregat

1) Nilai Rongga Diantara (VMA) Agregat Benda Uji Control

a) VMA Campuran Agregat Bantak

Tabel 91. Nilai VMA Campuran Agregat Bantak

Kadar Aspal (%)	VMA (%)
5,0	50,26
5,5	49,14
6,0	49,31
6,5	49,16
7,0	49,01

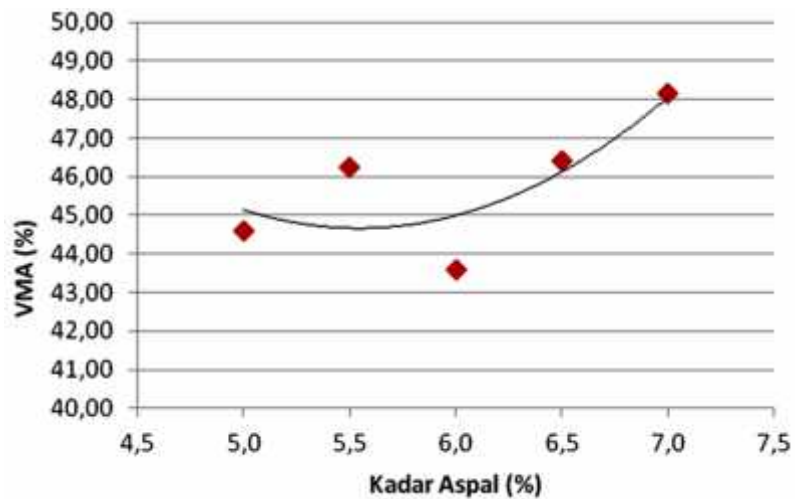


Gambar 34. Grafik Hubungan Nilai VMA dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Bantak

b) VMA Campuran Agregat Progo

Tabel 92. Nilai VMA Campuran Agregat Progo

Kadar Aspal (%)	VMA (%)
5,0	44,59
5,5	46,23
6,0	43,60
6,5	46,41
7,0	48,15

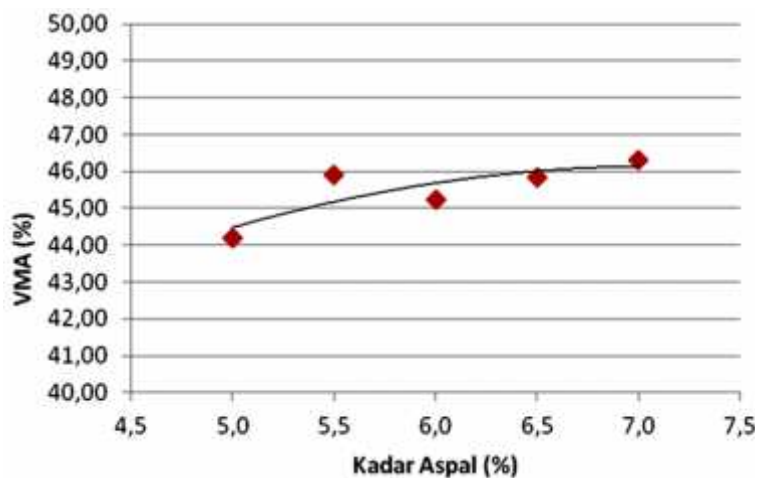


Gambar 35. Grafik Hubungan Nilai VMA dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Progo

c) VMA Campuran Agregat Krasak

Tabel 93. Nilai VMA Campuran Agregat Krasak

Kadar Aspal (%)	VMA (%)
5,0	44,18
5,5	45,91
6,0	45,25
6,5	45,85
7,0	46,29

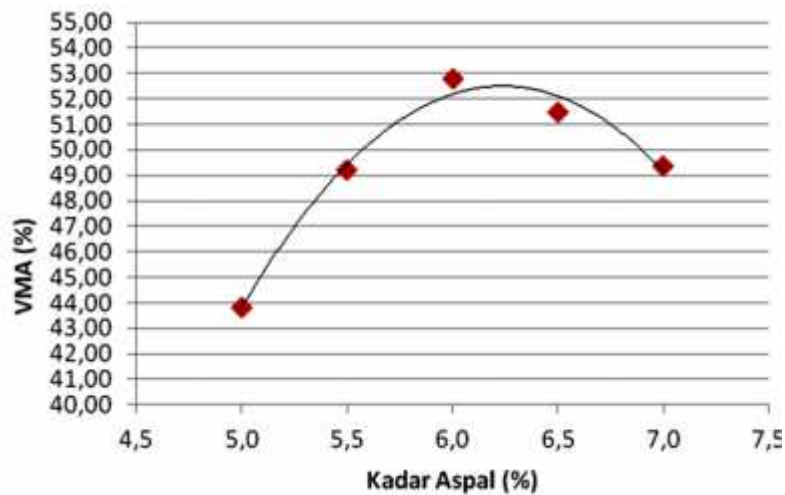


Gambar 36. Grafik Hubungan Nilai VMA dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Krasak

d) VMA Campuran Agregat Clereng

Tabel 94. Nilai VMA Campuran Agregat Clereng

Kadar Aspal (%)	VMA (%)
5,0	43,81
5,5	49,22
6,0	52,79
6,5	51,50
7,0	49,39

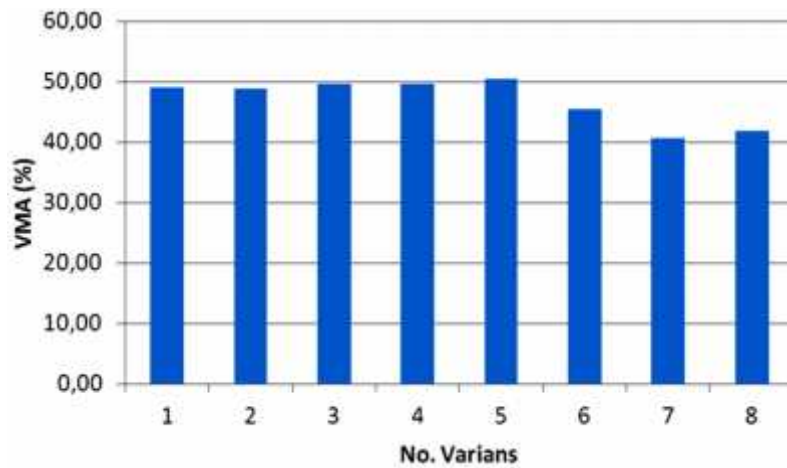


Gambar 37. Grafik Hubungan Nilai VMA dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Clereng

2) Nilai Rongga Diantara (VMA) Agregat Benda Uji Varians

Tabel 95. Nilai VMA Tiap Varians

No. Varians	VMA (%)
1	49,12
2	48,76
3	49,58
4	49,62
5	50,36
6	45,51
7	40,54
8	41,77



Gambar 38. Grafik Perbandingan Nilai VMA Tiap Varians

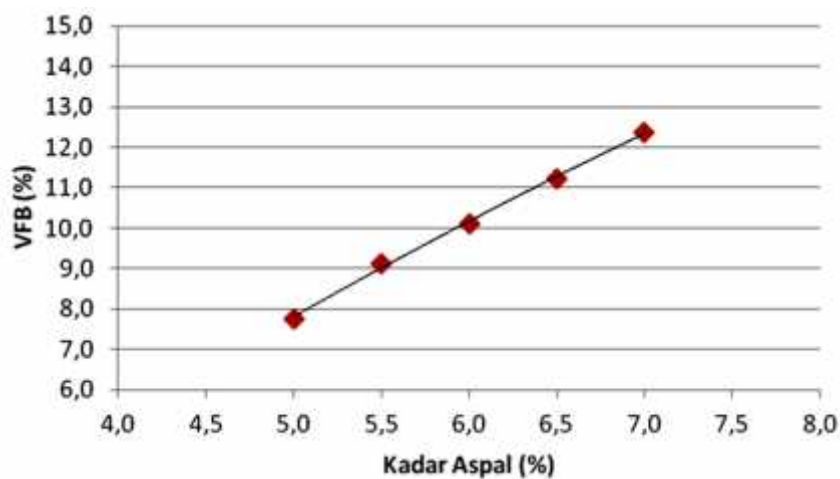
E. Prosentase Rongga Terisi Aspal (VFB)

1) Nilai VFB Benda Uji Control

a) Nilai VFB Campuran Agregat Bantak

Tabel 96. Nilai VFB Campuran Agregat Bantak

Kadar Aspal (%)	VFB (%)
5,0	7,77
5,5	9,13
6,0	10,12
6,5	11,23
7,0	12,37



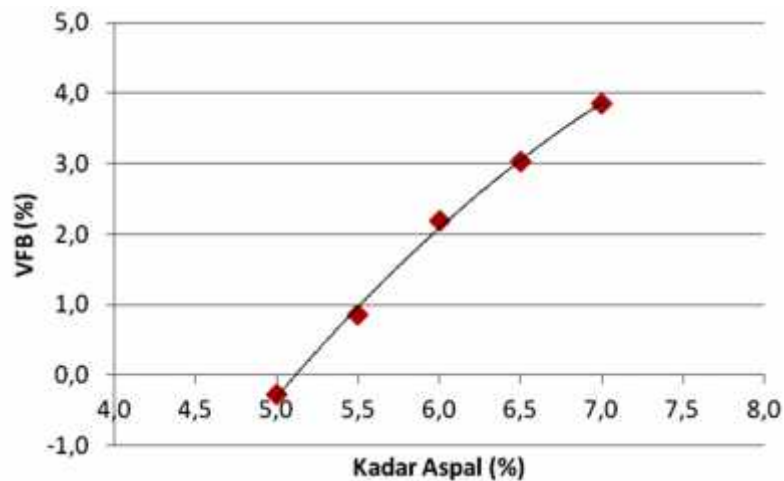
Gambar 39. Grafik Hubungan Nilai VFB dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Bantak

b) Nilai VFB Campuran Agregat Progo

Tabel 97. Nilai VFB Campuran Agregat Progo

Kadar Aspal (%)	VFB (%)
5,0	-0,27

Kadar Aspal (%)	VFB (%)
5,5	0,85
6,0	2,18
6,5	3,03
7,0	3,85

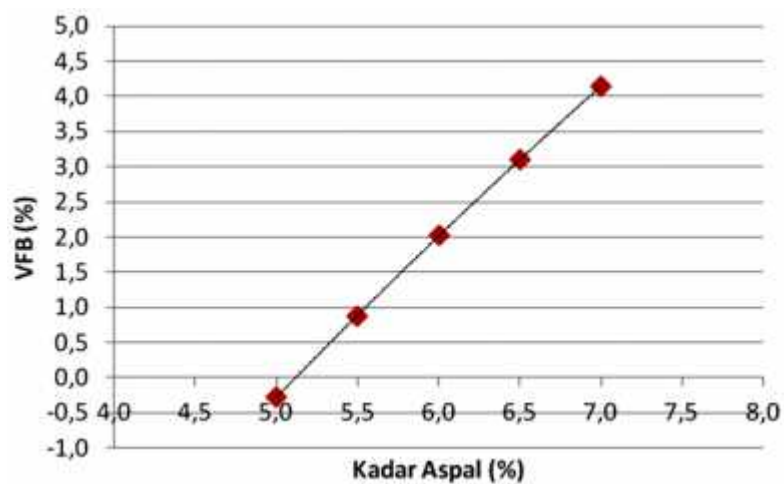


Gambar 40. Grafik Hubungan Nilai VFB dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Progo

c) Nilai VFB Campuran Agregat Krasak

Tabel 98. Nilai VFB Campuran Agregat Krasak

Kadar Aspal (%)	VFB (%)
5,0	-0,27
5,5	0,87
6,0	2,03
6,5	3,10
7,0	4,14

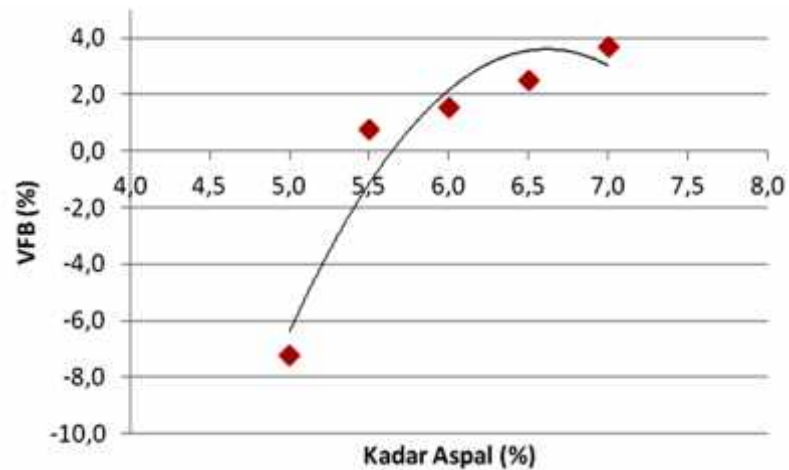


Gambar 41. Grafik Hubungan Nilai VFB dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Krasak

d) Nilai VFB Campuran Agregat Clereng

Tabel 99. Nilai VFB Campuran Agregat Clereng

Kadar Aspal (%)	VFB (%)
5,0	-7,24
5,5	0,76
6,0	1,52
6,5	2,48
7,0	3,66

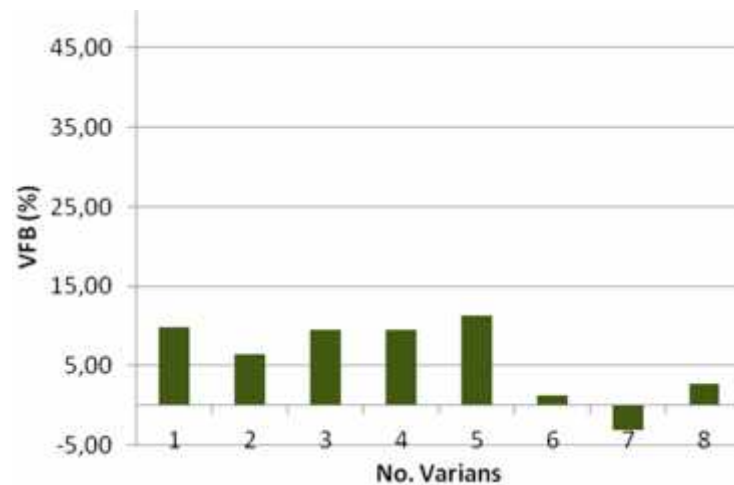


Gambar 42. Grafik Hubungan Nilai VFB dengan Kadar Aspal Campuran Agregat Clereng

2) Nilai VFB Benda Uji Varians

Tabel 100. Nilai VFB Tiap Varians

No. Varians	VFB (%)
1	9,89
2	6,37
3	9,57
4	9,45
5	11,37
6	1,29
7	-3,10
8	2,64



Gambar 43. Grafik Perbandingan Nilai VFB Tiap Varians

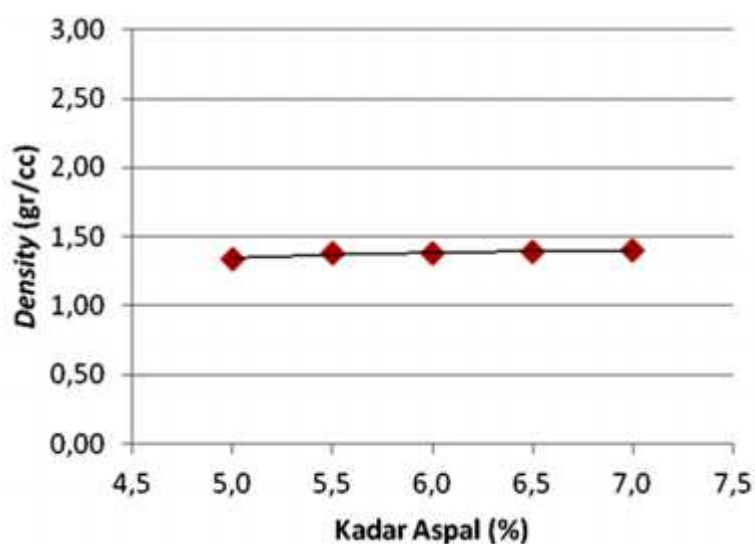
F. Kepadatan Campuran Aspal Beton

1) Nilai Kepadatan Campuran Aspal Beton Uji Control

a) Nilai Kepadatan Campuran Aspal Beton Agregat Bantak

Tabel 101. Nilai Kepadatan Campuran Agregat Bantak

Kadar Aspal (%)	Kepadatan (t/m ³)
5,0	1,34
5,5	1,38
6,0	1,38
6,5	1,39
7,0	1,40

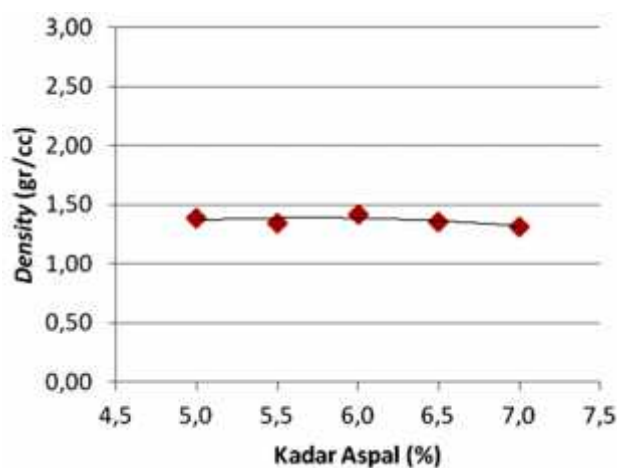


Gambar 44. Grafik Hubungan Nilai Kepadatan dengan Kadar Aspal campuran agregat Bantak

b) Nilai Kepadatan Campuran Aspal Beton Agregat Progo

Tabel 102. Nilai Kepadatan Campuran Agregat Progo

Kadar Aspal (%)	Kepadatan (t/m ³)
5,0	1,38
5,5	1,35
6,0	1,42
6,5	1,36
7,0	1,32

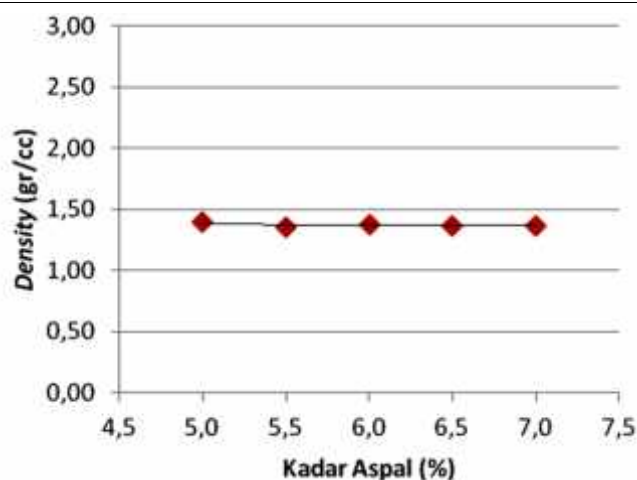


Gambar 45. Grafik Hubungan Nilai Kepadatan dengan Kadar Aspal campuran agregat Progo

c) Nilai Kepadatan Campuran Aspal Beton Agregat Krasak

Tabel 103. Nilai Kepadatan Campuran Agregat Krasak

Kadar Aspal (%)	Kepadatan (t/m ³)
5,0	1,39
5,5	1,36
6,0	1,38
6,5	1,37
7,0	1,37

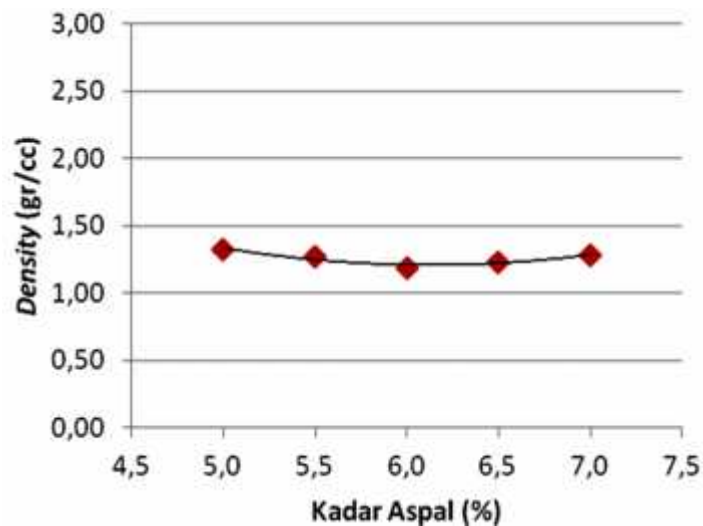


Gambar 46. Grafik Hubungan Nilai Kepadatan dengan Kadar Aspal campuran agregat Krasak

d) Nilai Kepadatan Campuran Aspal Beton Agregat Clereng

Tabel 104. Nilai Kepadatan Campuran Agregat Clereng

Kadar Aspal (%)	Kepadatan (t/m ³)
5,0	1,33
5,5	1,27
6,0	1,19
6,5	1,23
7,0	1,29

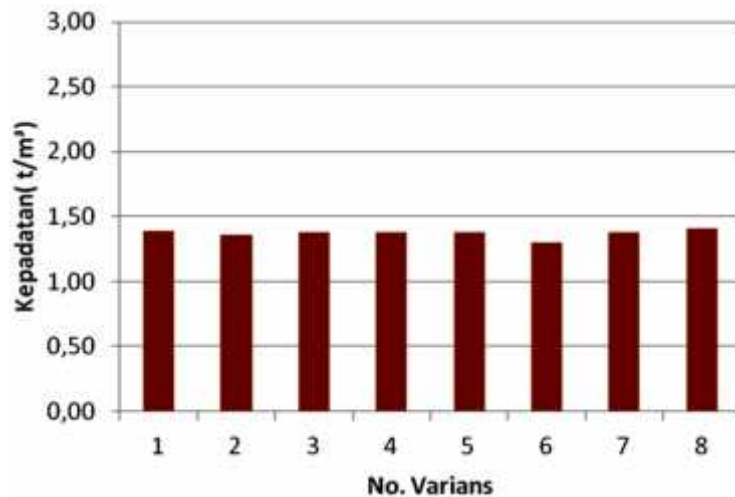


Gambar 47. Grafik Hubungan Nilai Kepadatan dengan Kadar Aspal campuran agregat Clereng

2) Nilai Kepadatan Campuran Aspal Beton Uji Varians

Tabel 105. Nilai Kepadatan Tiap Varians

No. Varians	Kepadatan (t/m ³)
1	1,39
2	1,36
3	1,38
4	1,38
5	1,38
6	1,30
7	1,38
8	1,40



Gambar 48. Grafik Perbandingan Nilai Kepadatan Tiap Varians

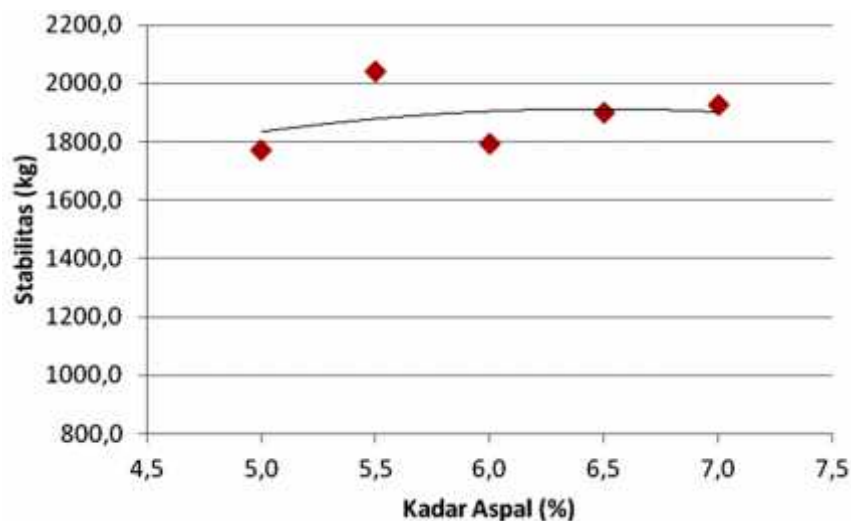
G. Stabilitas Campuran Aspal Beton

1) Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton Uji Control

a) Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton Agregat Bantak

Tabel 106. Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton Agregat Bantak

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)
5,0	1770,68
5,5	2040,90
6,0	1792,01
6,5	1898,68
7,0	1927,12

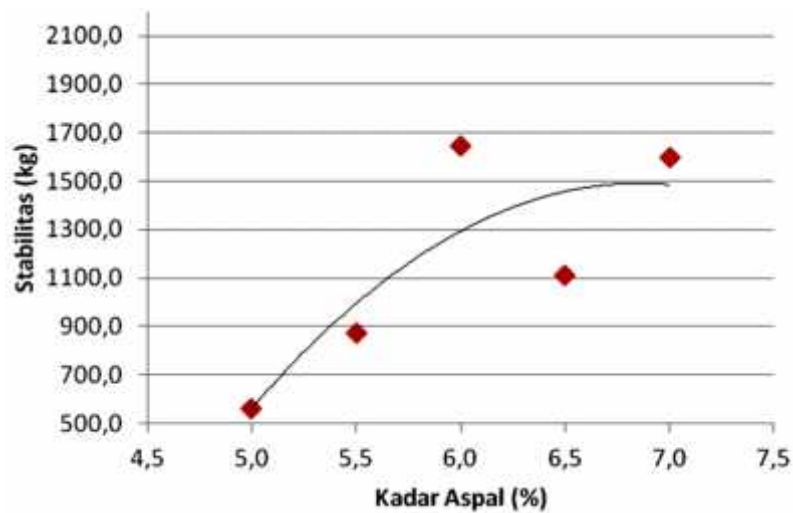


Gambar 49. Grafik Hubungan Nilai Stabilitas dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Bantak

b) Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton Agregat Progo

Tabel 107. Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton Agregat Progo

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)
5,0	561,78
5,5	874,67
6,0	1642,68
6,5	1109,34
7,0	1600,01

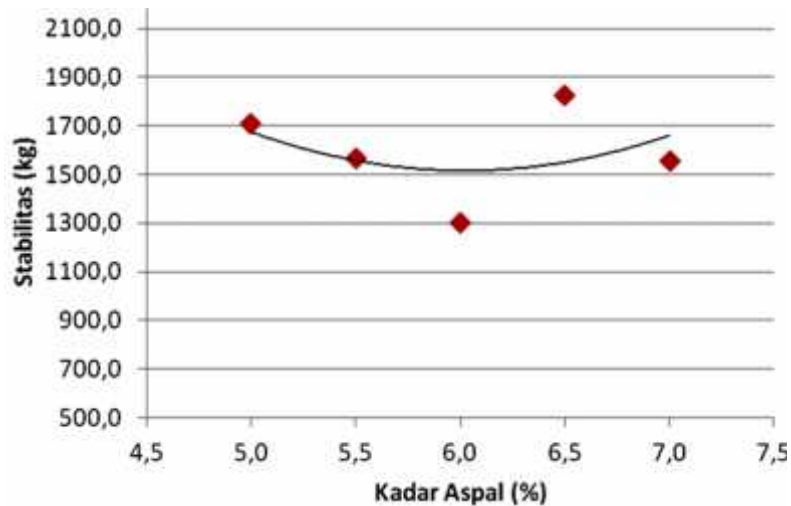


Gambar 50. Grafik Hubungan Nilai Stabilitas dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Progo

c) Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton Agregat Krasak

Tabel 108. Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton Agregat Krasak

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)
5,0	1706,68
5,5	1564,45
6,0	1301,34
6,5	1827,57
7,0	1557,34

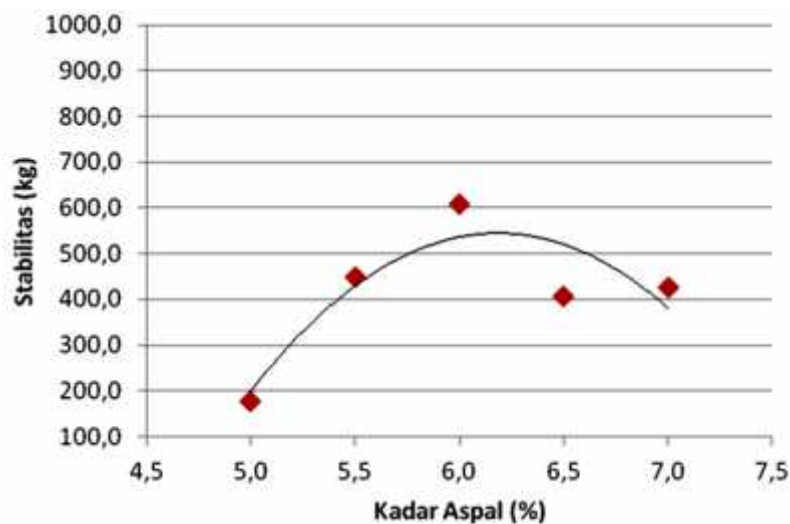


Gambar 51. Grafik Hubungan Nilai Stabilitas dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Krasak

d) Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton Agregat Clereng

Tabel 109. Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton Agregat Clereng

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)
5,0	177,78
5,5	448,00
6,0	608,00
6,5	405,34
7,0	426,67

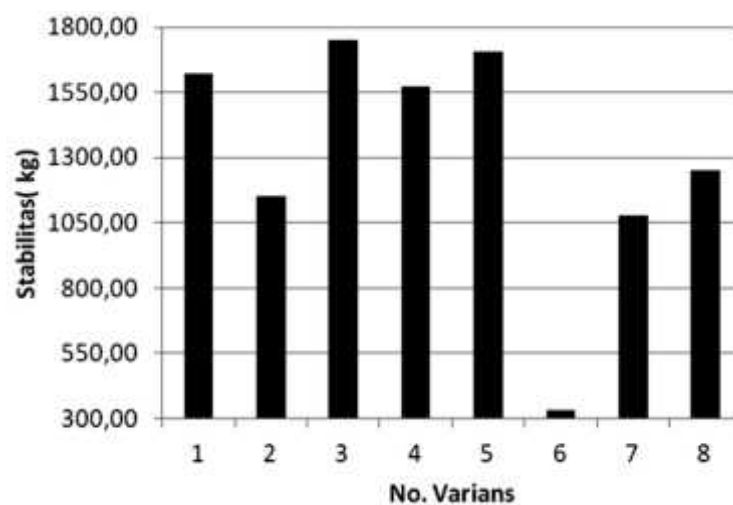


Gambar 52. Grafik Hubungan Nilai Stabilitas dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Clereng

2) Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton Uji Varians

Tabel 110. Nilai Stabilitas Tiap Varians

No. Varians	Stabilitas (kg)
1	1621,34
2	1152,01
3	1749,34
4	1571,56
5	1706,68
6	334,22
7	1080,90
8	1251,56



Gambar 53. Grafik Perbandingan Nilai Stabilitas Tiap Varians

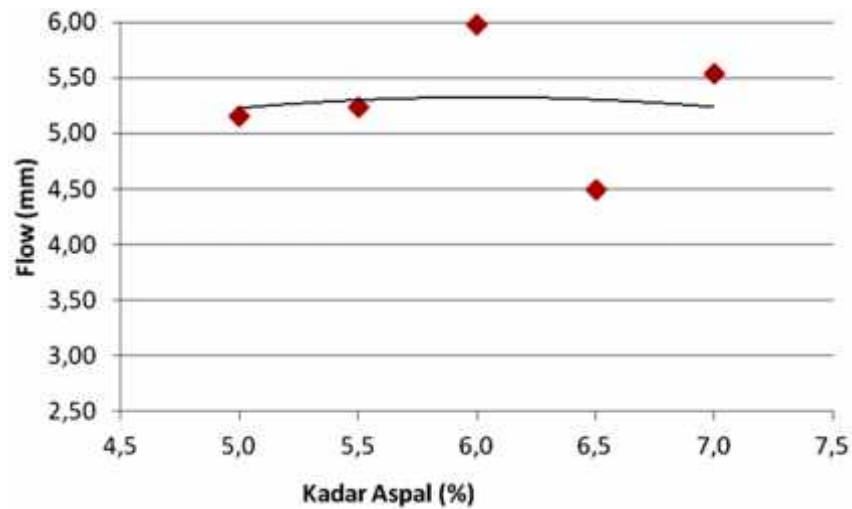
H. Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton

1) Nilai Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton Uji Control

a) Nilai Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton Agregat Bantak

Tabel 111. Nilai Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton Agregat Bantak

Kadar Aspal (%)	Flow (mm)
5,0	5,15
5,5	5,23
6,0	5,98
6,5	4,49
7,0	5,53

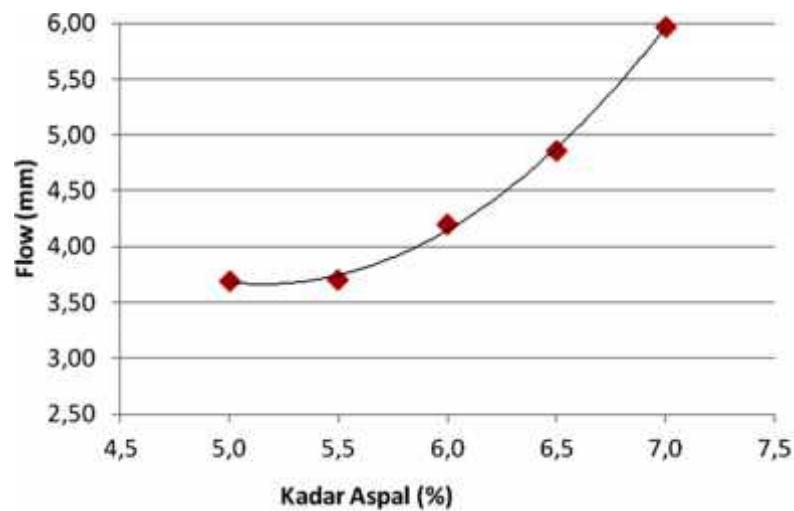


Gambar 54. Grafik Hubungan Nilai Kelelehan dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Bantak

b) Nilai Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton Agregat Progo

Tabel 112. Nilai Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton Agregat Progo

Kadar Aspal (%)	Flow (mm)
5,0	3,69
5,5	3,70
6,0	4,20
6,5	4,86
7,0	5,97

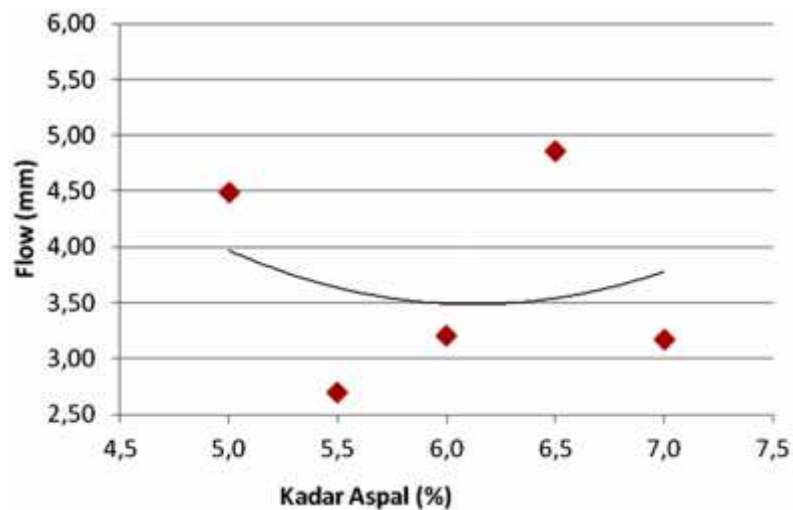


Gambar 55. Grafik Hubungan Nilai Kelelehan dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Progo

c) Nilai Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton Agregat Krasak

Tabel 113. Nilai Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton Agregat Krasak

Kadar Aspal (%)	Flow (mm)
5,0	4,48
5,5	2,70
6,0	3,20
6,5	4,86
7,0	3,17

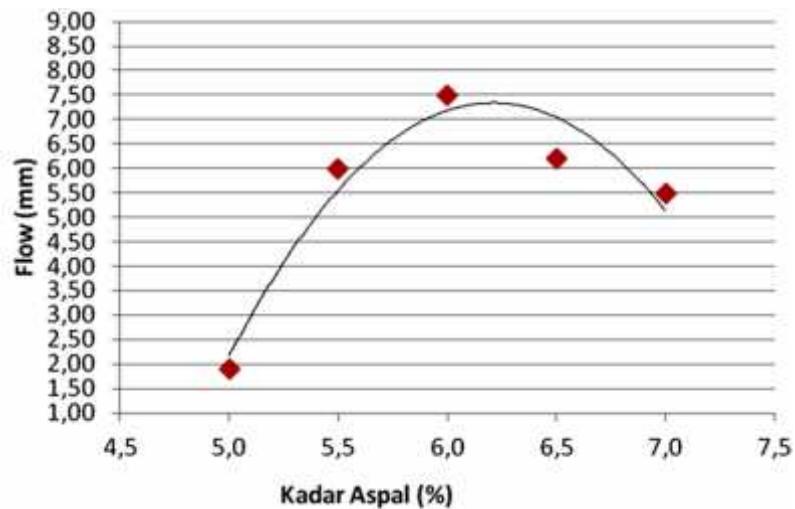


Gambar 56. Grafik Hubungan Nilai Kelelehan dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Krasak

d) Nilai Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton Agregat Clereng

Tabel 114. Nilai Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton Agregat Clereng

Kadar Aspal (%)	Flow (mm)
5,0	1,90
5,5	5,98
6,0	7,50
6,5	6,20
7,0	5,50

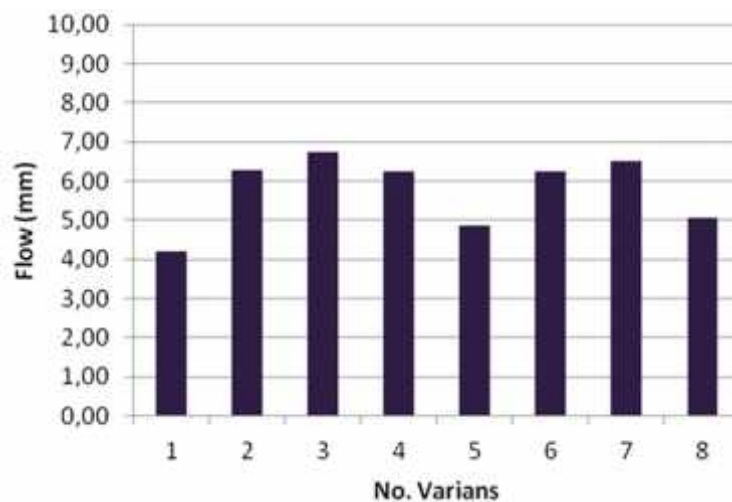


Gambar 57. Grafik Hubungan Nilai Kelelehan dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Clereng

2) Nilai Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton Uji Varians

Tabel 115. Nilai Kelelehan (Flow) Campuran Aspal Beton Tiap Varians

No. Varians	Flow (mm)
1	4,21
2	6,28
3	6,76
4	6,24
5	4,85
6	6,25
7	6,53
8	5,06



Gambar 58. Grafik Perbandingan Nilai Kelelehanl Campuran Aspal Beton Tiap Varians

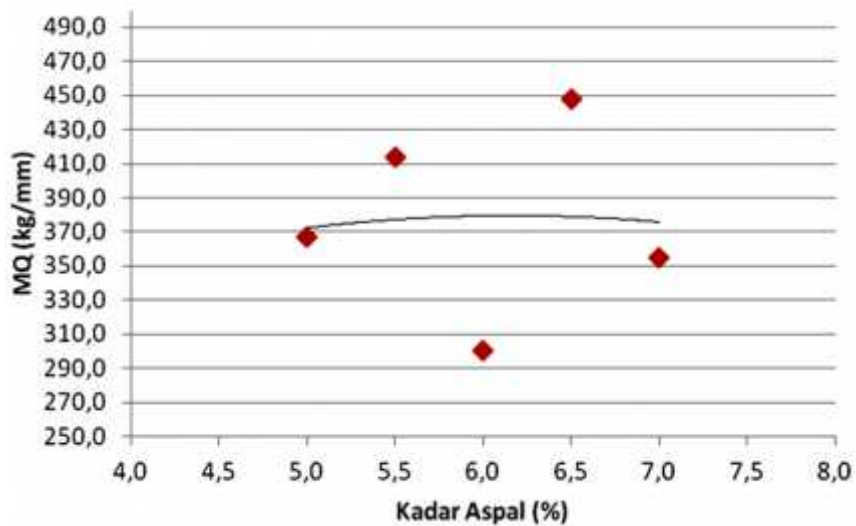
I. Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton

1) Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton Uji Control

a) Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton Agregat Bantak

Tabel 116. Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton Agregat bantak

Kadar Aspal (%)	MQ (kg/mm)
5,0	367,06
5,5	413,98
6,0	299,95
6,5	447,79
7,0	354,50

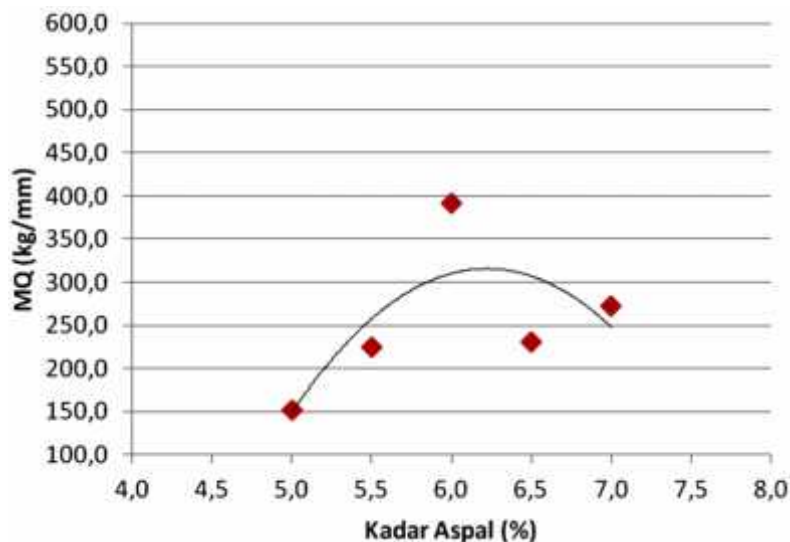


Gambar 59. Grafik Hubungan Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Bantak

b) Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton Agregat Progo

Tabel 117. Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton Agregat bantak

Kadar Aspal (%)	MQ (kg/mm)
5,0	152,14
5,5	224,44
6,0	391,70
6,5	231,36
7,0	272,08

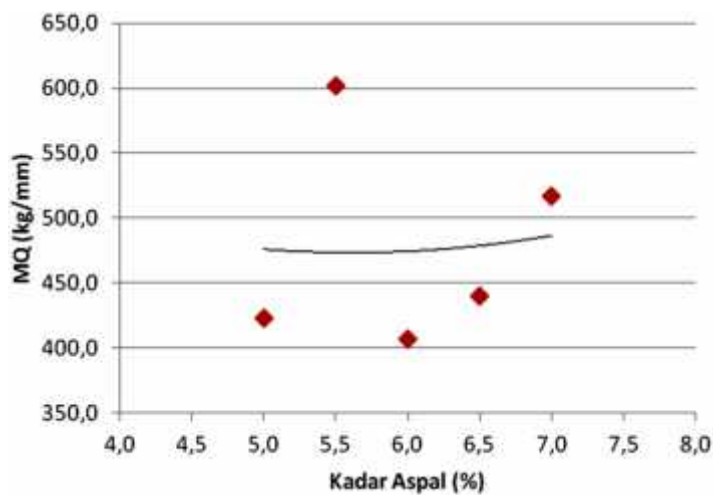


Gambar 60. Grafik Hubungan Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Progo

c) Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton Agregat Krasak

Tabel 118. Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton Agregat Krasak

Kadar Aspal (%)	MQ (kg/mm)
5,0	423,04
5,5	601,92
6,0	407,35
6,5	439,88
7,0	517,08

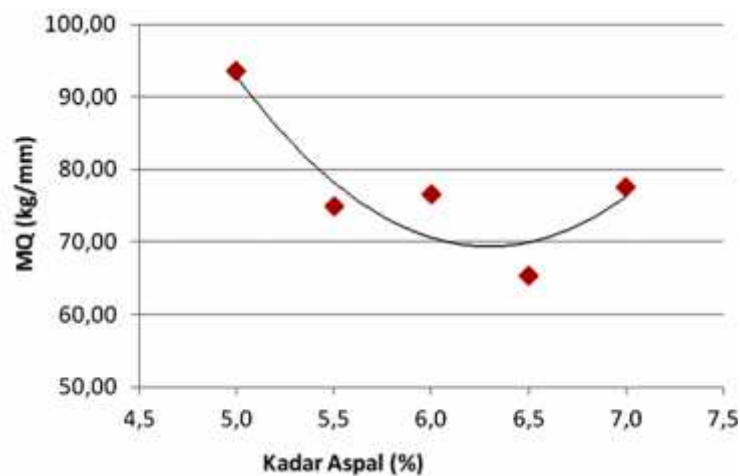


Gambar 61. Grafik Hubungan Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Krasak

- d) Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton Agregat Clereng

Tabel 119. Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton Agregat Clereng

Kadar Aspal (%)	MQ (kg/mm)
5,0	93,57
5,5	74,92
6,0	76,54
6,5	65,38
7,0	77,58

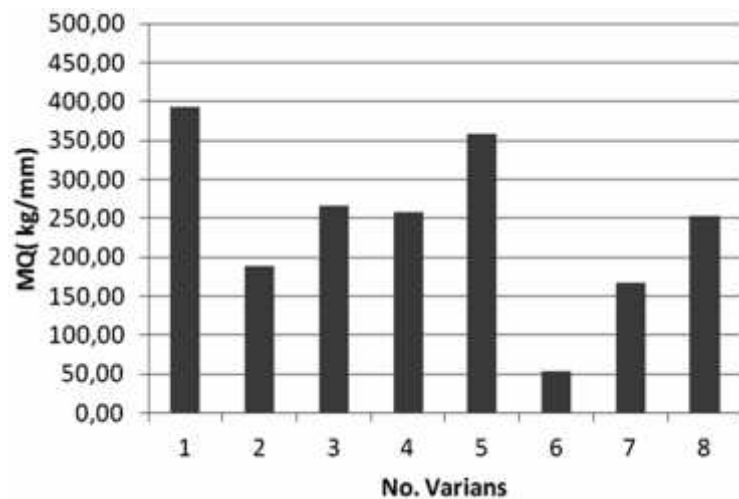


Gambar 62. Grafik Hubungan Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) dengan Kadar Aspal campuran Aspal Beton Agregat Clereng

- 2) Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton Uji Varians

Tabel 120. Nilai Marshall/Marshall Qoutient (MQ) Campuran Aspal Beton Tiap Varians

No. Varians	MQ (kg/mm)
1	392,55
2	188,04
3	267,00
4	257,41
5	358,16
6	53,65
7	167,09
8	253,10



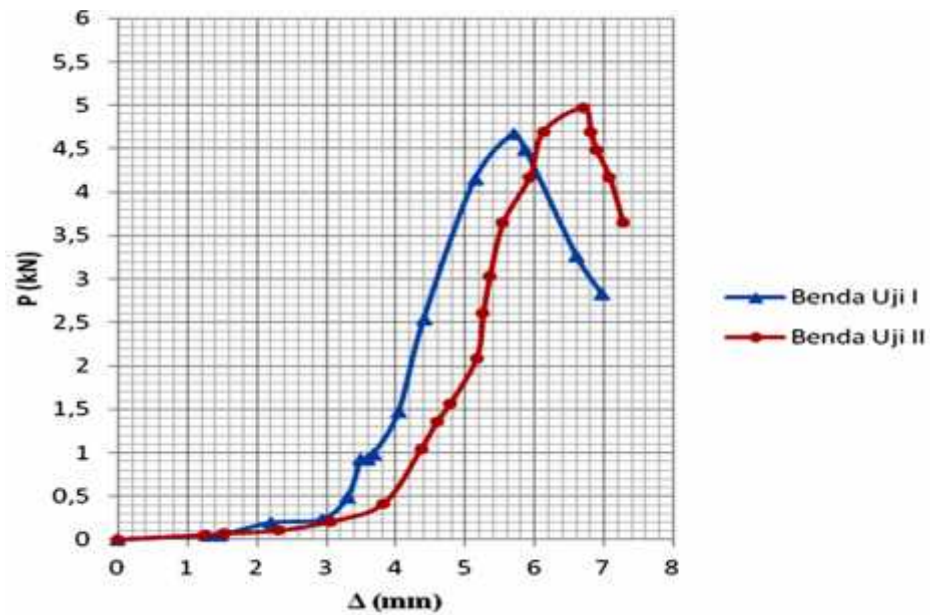
Gambar 63. Grafik Perbandingan Nilai Marshall/Marshall Quotient (MQ) campuran Aspal Beton Tiap Varians

5. Pengujian Kuat Tarik Belah

a. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Varians 1

Tabel 120. Nilai Kuat Tarik Belah Varians 1

(mm)		P (kN)	
Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 1	Benda Uji 2
0	0	0	0
1,284	1,243	0,05	0,052
1,468	1,530	0,05	0,07
2,202	2,295	0,194	0,104
2,936	3,060	0,234	0,206
3,310	3,825	0,488	0,415
3,500	4,363	0,922	1,044
3,590	4,590	0,922	1,356
3,670	4,781	0,976	1,566
4,040	5,163	1,463	2,088
4,404	5,259	2,536	2,610
5,139	5,354	4,145	3,028
5,690	5,545	4,666	3,654
5,873	5,927	4,487	4,176
6,607	6,119	3,267	4,698
6,974	6,692	2,827	4,973
-	6,805	-	4,698
-	6,884	-	4,490
-	7,076	-	4,170
-	7,267	-	3,654

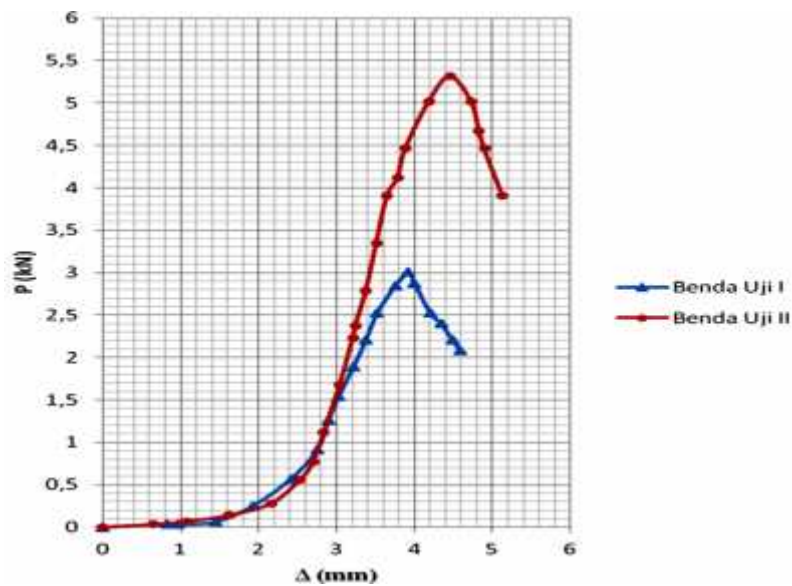


Gambar 64. Grafik Hubungan P dan Varians 1

b. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Varians 2

Tabel 121. Nilai Kuat Tarik Belah Varians 2

No.	(mm)		P (kN)	
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 1	Benda Uji 2
1	0	0	0	0
2	0,825	0,642	0,033	0,035
3	0,965	1,081	0,033	0,07
4	1,448	1,621	0,063	0,14
5	1,930	2,161	0,253	0,279
6	2,413	2,533	0,568	0,558
7	2,755	2,702	0,914	0,768
8	2,896	2,837	1,263	1,116
9	3,031	3,040	1,546	1,674
10	3,218	3,210	1,894	2,231
11	3,378	3,242	2,210	2,371
12	3,520	3,377	2,526	2,789
13	3,750	3,512	2,842	3,347
14	3,924	3,648	3,010	3,905
15	4,002	3,782	2,875	4,115
16	4,203	3,884	2,526	4,463
17	4,343	4,188	2,399	5,021
18	4,485	4,458	2,210	5,315
19	4,585	4,729	2,085	5,021
20	-	4,831	-	4,673
21	-	4,897	-	4,463
22	-	5,133	-	3,905

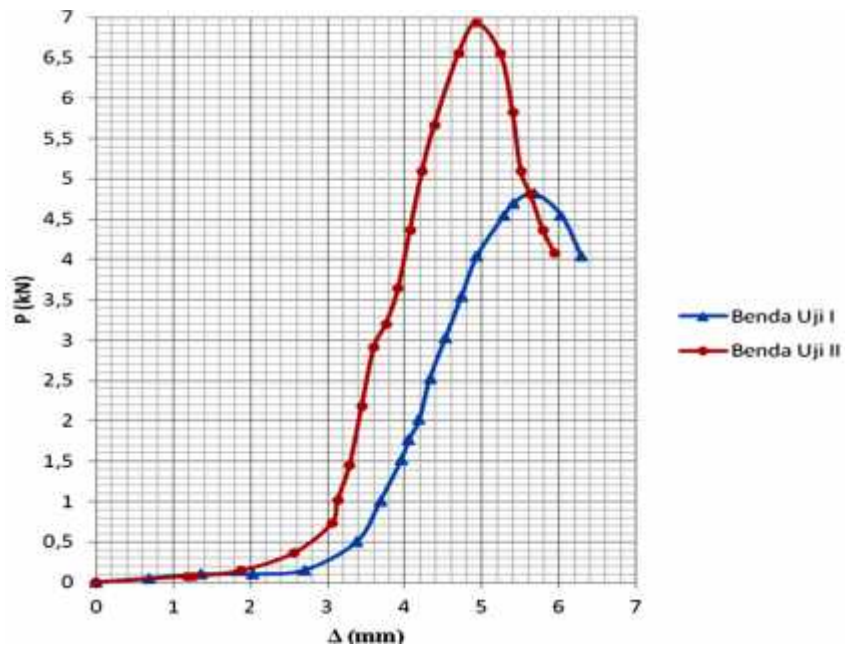


Gambar 65. Grafik Hubungan P dan Varians 2

c. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Varians 3

Tabel 122. Nilai Kuat Tarik Belah Varians 3

No.	(mm)		P (kN)	
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 1	Benda Uji 2
1	0	0	0	0
2	0,675	1,175	0,05	0,073
3	1,351	1,253	0,101	0,073
4	2,026	1,879	0,101	0,146
5	2,702	2,565	0,152	0,364
6	3,377	3,054	0,505	0,728
7	3,681	3,132	1,01	1,02
8	3,951	3,289	1,516	1,456
9	4,052	3,445	1,769	2,184
10	4,187	3,602	2,021	2,912
11	4,322	3,758	2,526	3,204
12	4,525	3,915	3,031	3,640
13	4,728	4,071	3,536	4,368
14	4,931	4,228	4,042	5,096
15	5,282	4,384	4,547	5,667
16	5,403	4,697	4,699	6,551
17	5,673	4,933	4,817	6,937
18	6,024	5,246	4,547	6,551
19	6,282	5,402	4,042	5,823
20	-	5,51	-	5,096
21	-	5,637	-	4,804
22	-	5,794	-	4,368
23	-	5,95	-	4,078

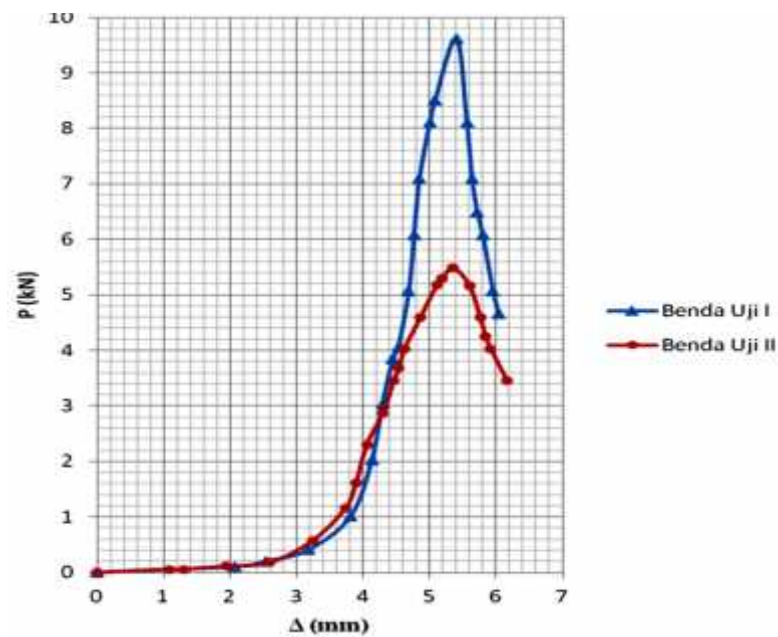


Gambar 66. Grafik Hubungan P dan Varians 3

d. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Varians 4

Tabel 123. Nilai Kuat Tarik Belah Varians 4

No.	(mm)		P (kN)	
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 1	Benda Uji 2
1	0	0	0	0
2	2,065	1,082	0,101	0,058
3	2,541	1,298	0,202	0,058
4	3,178	1,946	0,404	0,115
5	3,812	2,595	1,012	0,173
6	4,130	3,244	2,025	0,575
7	4,289	3,731	3,037	1,15
8	4,447	3,893	3,848	1,61
9	4,526	4,055	4,05	2,3
10	4,685	4,299	5,062	2,876
11	4,765	4,460	6,075	3,451
12	4,844	4,541	7,087	3,681
13	5,003	4,622	8,100	4,026
14	5,082	4,866	8,504	4,601
15	5,400	5,109	9,618	5,176
16	5,558	5,190	8,100	5,291
17	5,637	5,352	7,087	5,483
18	5,717	5,596	6,479	5,170
19	5,796	5,758	6,075	4,601
20	5,953	5,839	5,062	4,256
21	6,035	5,92	4,658	4,026
22	-	6,164	-	3,451

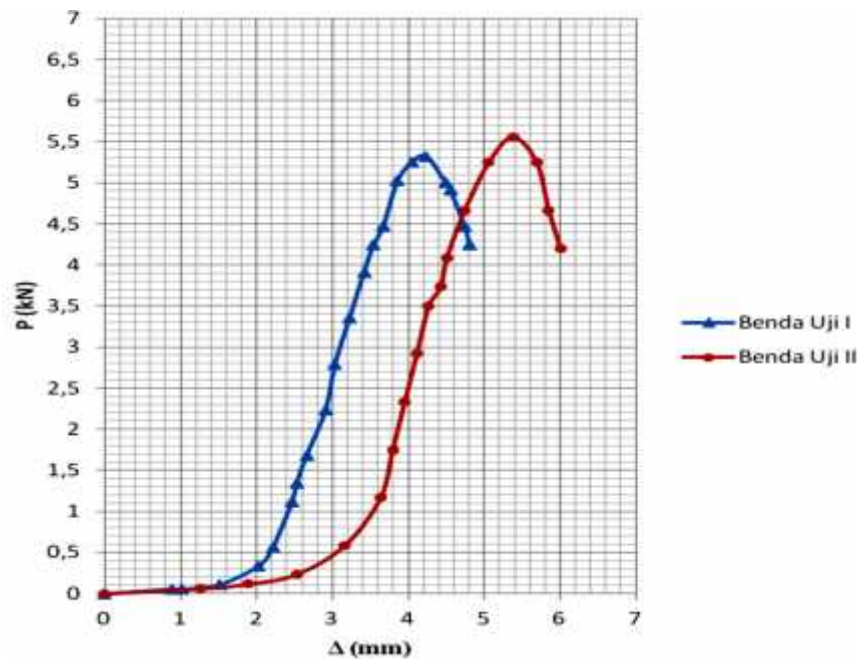


Gambar 67. Grafik Hubungan P dan Varians 4

e. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Varians 5

Tabel 124. Nilai Kuat Tarik Belah Varians 5

No.	(mm)		P (kN)	
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 1	Benda Uji 2
1	0	0	0	0
2	0,886	1,265	0,056	0,059
3	1,011	1,897	0,056	0,117
4	1,517	2,530	0,112	0,234
5	2,023	3,162	0,336	0,583
6	2,213	3,636	0,558	1,167
7	2,466	3,795	1,117	1,75
8	2,529	3,953	1,341	2,333
9	2,656	4,111	1,675	2,917
10	2,909	4,269	2,233	3,500
11	3,034	4,427	2,792	3,734
12	3,224	4,506	3,350	4,083
13	3,414	4,743	3,908	4,666
14	3,540	5,060	4,244	5,250
15	3,667	5,376	4,467	5,560
16	3,856	5,692	5,025	5,250
17	4,046	5,85	5,249	4,666
18	4,236	6,008	5,323	4,200
19	4,489	-	5,002	-
20	4,551	-	4,915	-
21	4,741	-	4,467	-
22	4,804	-	4,244	-

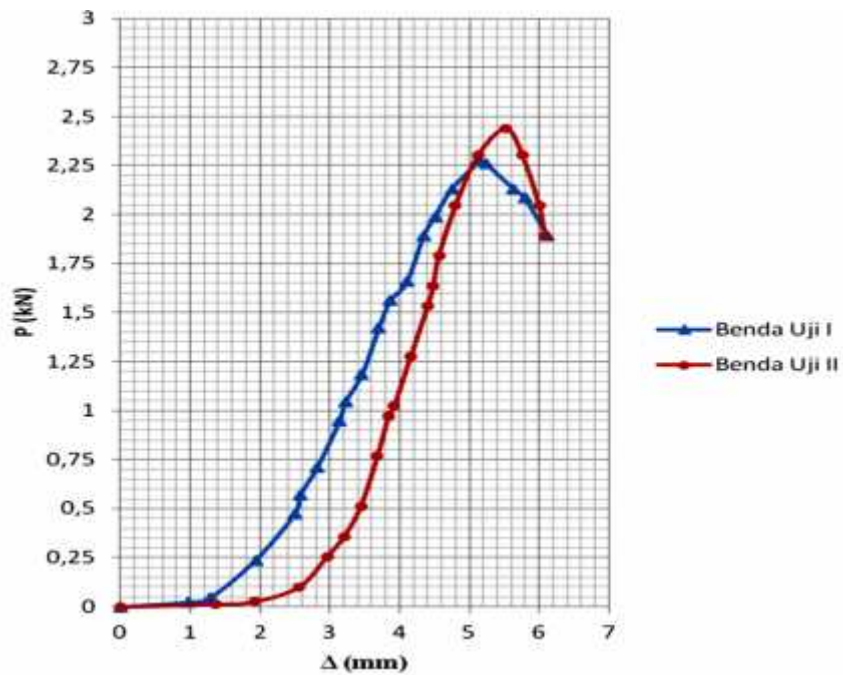


Gambar 68. Grafik Hubungan P dan Varians 5

f. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Varians 6

Tabel 125. Nilai Kuat Tarik Belah Varians 6

No.	(mm)		P (kN)	
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 1	Benda Uji 2
1	0	0	0	0
2	0,966	1,361	0,024	0,013
3	1,288	1,921	0,047	0,026
4	1,932	2,562	0,237	0,102
5	2,496	2,962	0,473	0,256
6	2,576	3,203	0,569	0,358
7	2,817	3,443	0,71	0,511
8	3,139	3,683	0,947	0,767
9	3,220	3,843	1,043	0,972
10	3,461	3,923	1,184	1,023
11	3,703	4,163	1,420	1,279
12	3,864	4,404	1,560	1,534
13	4,105	4,484	1,657	1,636
14	4,347	4,564	1,894	1,790
15	4,508	4,804	1,990	2,046
16	4,749	5,124	2,131	2,302
17	5,152	5,524	2,272	2,441
18	5,233	5,765	2,261	2,302
19	5,635	6,005	2,131	2,046
20	5,796	6,085	2,084	1,892
21	6,118	-	1,894	-

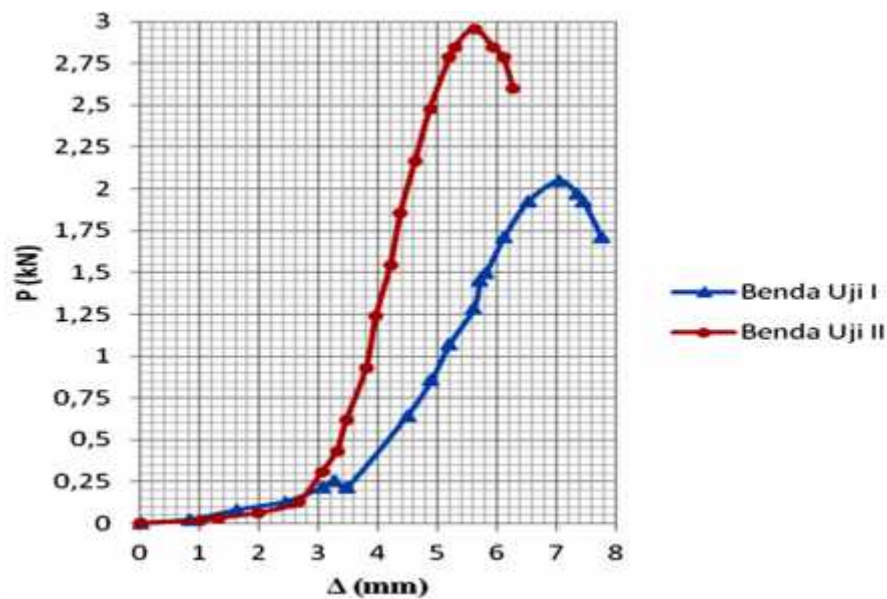


Gambar 69. Grafik Hubungan P dan Varians 6

g. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Varians 7

Tabel 126. Nilai Kuat Tarik Belah Varians 7

No.	(mm)		P (kN)	
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 1	Benda Uji 2
1	0	0	0	0
2	0,816	0,992	0,02	0,014
3	1,632	1,322	0,08	0,031
4	2,448	1,983	0,129	0,062
5	3,060	2,644	0,214	0,124
6	3,264	3,058	0,257	0,309
7	3,468	3,306	0,214	0,433
8	4,488	3,471	0,643	0,619
9	4,896	3,802	0,857	0,928
10	5,202	3,967	1,071	1,237
11	5,610	4,215	1,285	1,547
12	5,712	4,381	1,456	1,856
13	5,814	4,628	1,499	2,165
14	6,120	4,876	1,714	2,475
15	6,528	5,206	1,928	2,784
16	7,038	5,289	2,050	2,846
17	7,344	5,62	1,971	2,953
18	7,446	5,95	1,928	2,846
19	7,752	6,115	1,714	2,784
20	-	6,281	-	2,599

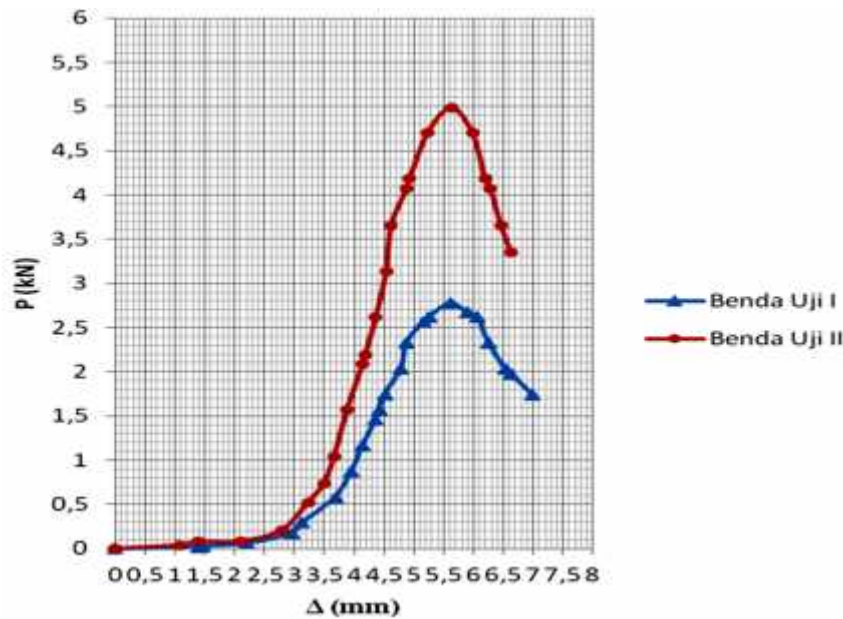


Gambar 70. Grafik Hubungan P dan Varians 7

h. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Varians 8

Tabel 127. Nilai Kuat Tarik Belah Varians 8

No.	(mm)		P (kN)	
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 1	Benda Uji 2
1	0	0	0	0
2	1,380	1,091	0,014	0,041
3	1,472	1,396	0,029	0,083
4	2,208	2,094	0,058	0,083
5	2,944	2,792	0,174	0,21
6	3,128	3,228	0,291	0,523
7	3,680	3,491	0,581	0,733
8	3,956	3,666	0,872	1,045
9	4,140	3,884	1,162	1,568
10	4,358	4,146	1,453	2,09
11	4,416	4,189	1,569	2,195
12	4,508	4,364	1,743	2,613
13	4,784	4,538	2,034	3,136
14	4,876	4,625	2,325	3,658
15	5,151	4,887	2,557	4,076
16	5,243	4,931	2,615	4,181
17	5,611	5,236	2,774	4,703
18	5,887	5,629	2,673	4,984
19	6,071	5,978	2,615	4,703
20	6,255	6,196	2,325	4,181
21	6,531	6,283	2,034	4,076
22	6,623	6,458	1,976	3,658
23	6,991	6,632	1,743	3,346

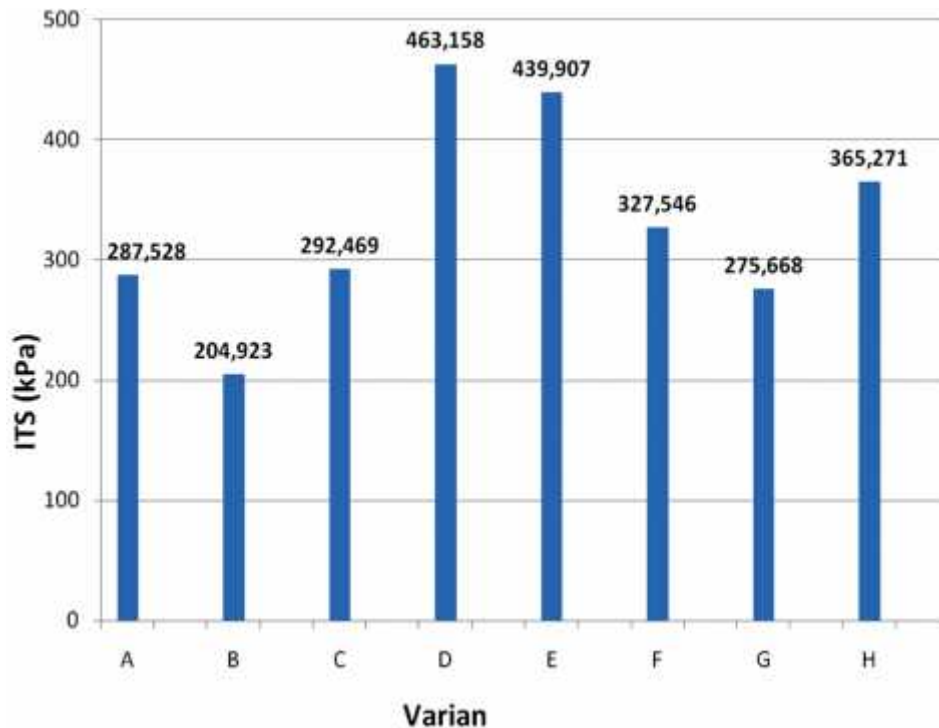


Gambar 71. Grafik Hubungan P dan Varians 8

i. Hasil Analisis Indirect Tensile Strength (ITS)

Tabel 128. Nilai Indirect Tensle Strength Tiap Varians

No.	Varian	Kode	d	t	π	P (N)	Δ (mm)	Indirect Tensile Strength (kPa)
		Benda Uji	Rata - rata (mm)	Rata- rata (cm)				
1	A	A1	102,50	74,87	3,14	2690	7,159	223,275
		A2	102,47	77,17	3,14	4367	3,665	351,780
2	B	B1	103,10	77,33	3,14	2635	4,099	210,502
		B2	103,07	72,67	3,14	2344	14,063	199,345
3	C	C1	102,20	77,47	3,14	3221	5,601	259,135
		C2	102,50	74,77	3,14	3920	5,257	325,803
4	D	D1	102,53	74,07	3,14	3757	5,533	315,104
		D2	101,87	69,53	3,14	6797	6,437	611,213
5	E	E1	102,33	76,73	3,14	6982	3,678	566,342
		E2	102,43	75,93	3,14	3828	4,917	313,472
6	F	F1	103,33	74,57	3,14	2929	5,281	242,122
		F2	103,03	71,73	3,14	4792	4,394	412,970
7	G	G1	102,93	74,70	3,14	3415	3,969	282,888
		G2	103,10	75,30	3,14	3272	4,88	268,448
8	H	H1	102,40	76,70	3,14	4498	4,786	364,775
		H2	102,40	72,73	3,14	4277	3,025	365,768



Gambar 72. Grafik Perbandingan Nilai ITS Tiap Varian

1) Pengujian Kuat Tarik Belah Marshall dengan Metode Indirect Tensile Strength (ITS)

Metode Indirect Tensile Strength sendiri adalah metode yang digunakan untuk menentukan karakteristik tensile dari campuran perkerasan. Analisis hasil pengujian disajikan di bawah ini.

a) Agregat Bantak, (kasar dan halus), filler Progo

Persentase agregat kasar, halus dan filler adalah 68%, 23% dan 9%.

Analisis hasil pengujian disajikan pada Tabel 35 di bawah ini.

Tabel 129. Agregat bantak, (kasar dan halus), filler progo

Varian	Kode Benda Uji	P (kN)	t (mm)	d (mm)	ITS (kPa)
A	A1	4,67	76,3	102,3	380,75
	A2	4,97	76,3	103,3	401,88

Dari hasil analisis pada Tabel 129 di atas diketahui bahwa pengujian kuat tarik belah dengan metode perhitungan Indirect Tensile Strength didapat hasil terbesar yaitu 401,88 kPa dengan kode benda uji A2.

b) Agregat Bantak dan Clereng (kasar dan halus), filler Clereng

Persentase agregat kasar, halus dan filler adalah 68%, 24% dan 9%.

Analisis hasil pengujian di sajikan pada Tabel 36 di bawah ini.

Tabel 130. Agregat bantak dan clereng (kasar dan halus), filler clereng

Varian	Kode Benda Uji	P (kN)	t (mm)	d (mm)	ITS (kPa)
B	B1	3,01	76,8	102,4	243,78
	B2	5,315	74,4	102,6	443,49

Dari hasil analisis pada Tabel 130 di atas diketahui bahwa pengujian kuat tarik belah dengan metode perhitungan Indirect Tensile Strength didapat hasil terbesar yaitu 443,49 kPa dengan kode benda uji B2.

c) Agregat Bantak (kasar dan halus), filler Bantak

Persentase agregat kasar, halus dan filler adalah 68%, 26% dan 6%.

Analisis hasil pengujian di sajikan pada Table 37 di bawah ini.

Tabel 131. Agregat Bantak (kasar dan halus), filler Bantak

Varian	Kode Benda Uji	P (kN)	t (mm)	d (mm)	ITS (kPa)
C	C1	4,817	75,3	102,4	397,91
	C2	6,937	75,7	102,2	571,12

Dari hasil analisi pada Tabel 131 di atas diketahui bahwa pengujian kuat tarik belah dengan metode perhitungan Indirect Tensile Strength didapat hasil terbesar yaitu 571,12 kPa dengan kode benda uji C2.

d) Agregat Bantak (kasar dan halus), filler Semen

Persentase agregat kasar, halus dan filler adalah 68%, 28% dan 4%.

Analisis hasil pengujian di sajikan pada Tabel 132 di bawah ini.

Tabel 132. Agregat bantak (kasar dan halus), filler semen

Varian	Kode Benda Uji	P (kN)	t (mm)	d (mm)	ITS (kPa)
D	D1	9,648	102,6	72,5	826,14
	D2	5,483	102,3	75,8	450,37

Dari hasil analisis pada Tabel 132 di atas diketahui bahwa pengujian kuat tarik belah dengan metode perhitungan Indirect Tensile Strength didapat hasil terbesar yaitu 826,14 kPa dengan kode benda uji D1.

e) Agregat Bantak, Krasak (kasar dan halus), filler Bantak

Persentase agregat kasar, halus dan filler adalah 57%, 38% dan 4%.

Analisis hasil pengujian di sajikan pada Tabel 133 di bawah ini.

Tabel 133. Agregat bantak, krasak (kasar dan halus), filler Bantak

Varian	Kode Benda Uji	P (kN)	t (mm)	d (mm)	ITS (kPa)
E	E1	5,323	77,1	102,4	429,44
	E2	5,56	78,2	102,3	442,68

Dari hasil analisis pada Tabel 133 di atas diketahui bahwa pengujian kuat tarik belah dengan metode perhitungan Indirect Tensile Strength didapat hasil terbesar yaitu 442,68 kPa dengan kode benda uji E2.

f) Agregat Clereng (kasar dan halus), filler Clereng

Persentase agregat kasar, halus dan filler adalah 75%, 16% dan 9%.

Analisis hasil pengujian di sajikan pada Tabel 40 di bawah ini.

Tabel 134. Agregat clereng (kasar dan halus), filler clereng

Varian	Kode Benda Uji	P (kN)	t (mm)	d (mm)	ITS (kPa)
F	F1	2,261	77,1	103,1	181,17
	F2	2,441	78,1	103,8	191,54

Dari hasil analisis pada Tabel 134 di atas diketahui bahwa pengujian kuat tarik belah dengan metode perhitungan Indirect Tensile Strength didapat hasil terbesar yaitu 191,54 kPa dengan kode benda uji F2.

g) Agregat Progo, Clereng (kasar dan halus), filler Clereng

Persentase agregat kasar, halus dan filler adalah 74%, 17% dan 9%.

Analisis hasil pengujian di sajikan pada Tabel 127 di bawah ini.

Tabel 127. Agregat progo, clereng (kasar dan halus), filler clereng

Varian	Kode Benda Uji	P (kN)	t (mm)	d (mm)	ITS (kPa)
G	G1	2,05	68	102,8	186,79
	G2	2,953	68,6	103	266,2

Dari hasil analisis pada Tabel 127 di atas diketahui bahwa pengujian kuat tarik belah dengan metode perhitungan Indirect Tensile Strength didapat hasil terbesar yaitu 266,2 kPa dengan kode benda uji G2.

h) Agregat Krasak, Progo (kasar dan halus), filler Clereng

Persentase agregat kasar, halus dan filler adalah 66%, 27% dan 7%.

Analisis hasil pengujian di sajikan pada Tabel 135 di bawah ini.

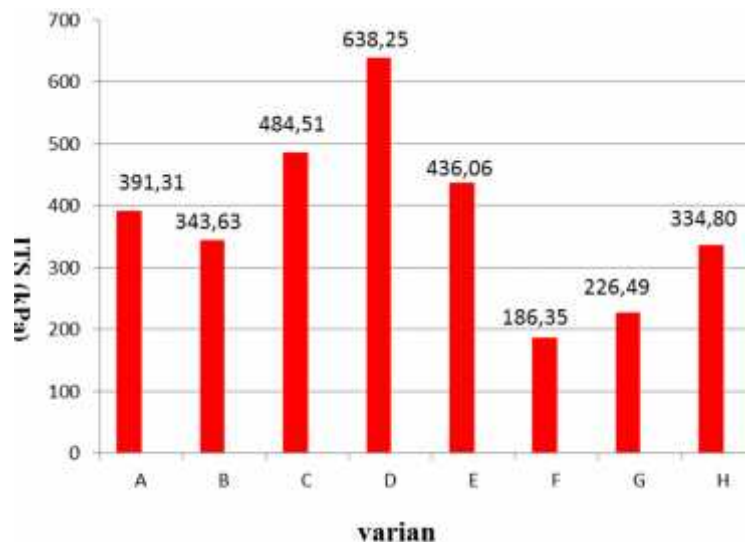
Tabel 135. Agregat krasak, progo (kasar dan halus), filler clereng

Varian	Kode Benda Uji	P (kN)	t (mm)	d (mm)	ITS (kPa)
H	H1	2,774	72,7	102,6	239,21
	H2	4,984	72,1	102,3	430,4

Dari hasil analisis pada Tabel 135 di atas diketahui bahwa pengujian kuat tarik belah dengan metode perhitungan Indirect Tensile Strength didapat hasil terbesar yaitu 430,4 kPa dengan kode benda uji H2.

2) Perbandingan antara Indirect Tensile Strength (ITS) dengan masing-masing varian.

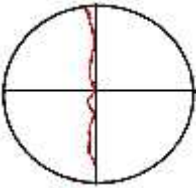
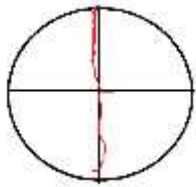

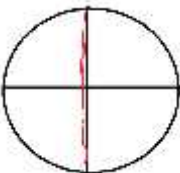
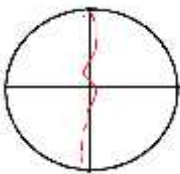
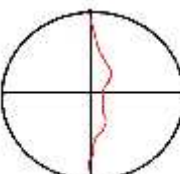
Untuk mengetahui perbandingan besarnya nilai tegangan tarik dari varian agregat yang di gunakan menggunakan metode ITS. Tegangan tarik dapat digunakan untuk mengevaluasi potensi terjadinya retakan (fatigue) pada campuran aspal.

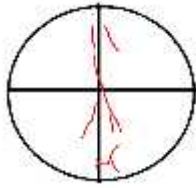
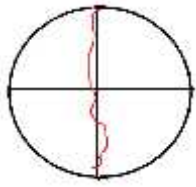

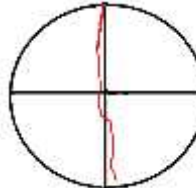
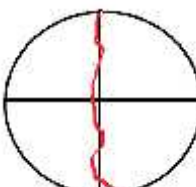
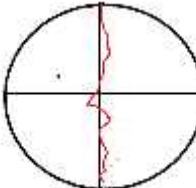


Gambar 73. Grafik perbandingan rerata ITS dengan varian

Tabel 136. Pola retak uji kuat tarik belah

No.	Kode Benda Uji	Pola Retak Benda Uji	Keterangan
1	A ₁		First crack terjadi pada beban 0.05 kN dengan lebar 2 mm dan panjang 98 mm. Retak yang terjadi hingga beban maksimal sebesar 4.67 kN adalah retak belah.
	A ₂		First crack terjadi pada beban 0.052 kN dengan lebar 1 mm dan panjang 100mm. beban maksimal sebesar 4.97 kN Retakan awal yang terjadi adalah retakan belah, tetapi retak pada saat beban maksimal retak belah nya bertambah satu hingga akhir.
2	B ₁		First crack terjadi pada beban 0.033 kN dengan lebar 2 mm dan panjang 90 mm. Retak yang terjadi adalah retak belah hingga beban mencapai beban maksimal yaitu 3.01 kN.
	B ₂		First crack terjadi pada beban 0.035 kN dengan lebar 1 mm dan panjang 100 mm. Retak yang terjadi adalah retak belah hingga beban mencapai beban maksimal yaitu 5.32 kN

No.	Kode Benda Uji	Pola Retak Benda Uji	Keterangan
3.	C ₁		First crack terjadi pada beban 0.05 kN dengan lebar 1 mm dan panjang 97 mm. Retak awal hanya retak belah kecil hingga beban maksimal yaitu 4.89 kN retakan semakin panjang.
	C ₂		First crack terjadi pada beban 0.073 kN dengan lebar 3 mm dan panjang 100 mm. Retak yang terjadi hanya retak belah hingga beban mencapai beban maksimal yaitu 6.98 kN.
4.	D ₁		First crack terjadi pada beban 0.101 kN dengan lebar 1 mm dan panjang 85 mm. Retak yang terjadi hanya retak belah hingga beban mencapai beban maksimal yaitu 9.64 kN
	D ₂		First crack terjadi pada beban 0.058 kN dengan lebar 3 mm dan panjang 85 mm. Retak yang terjadi hanya retak belah hingga beban mencapai beban maksimal yaitu 5.48 kN
5	E ₁		First crack terjadi pada beban 0.056 kN dengan lebar 1 mm dan panjang 100 mm. Retak awal hingga akhir yang terjadi hanya retak belah hingga beban mencapai beban maksimal yaitu 5.32 kN
	E ₂		First crack terjadi pada beban 0.059 kN dengan lebar 1 mm dan panjang 98 mm. Retak awal hingga akhir yang terjadi hanya retak belah hingga beban mencapai beban maksimal yaitu 5.56 kN.

No.	Kode Benda Uji	Pola Retak Benda Uji	Keterangan
6.	F ₁		First crack terjadi pada beban 0.024 kN dengan lebar 1 mm dan panjang 101 mm. Retakan yang terjadi lebih dari satu, tetapi retakan yang terjadi semuanya adalah retak belah dengan retak maksimal sebesar 2.26 kN.
	F ₂		First crack terjadi pada beban 0.013 kN dengan lebar 1 mm dan panjang 100 mm. Retak awal hingga akhir yang terjadi hanya retak belah hingga beban mencapai beban maksimal yaitu 2.44 kN.
7.	G ₁		First crack terjadi pada beban 0.02 kN dengan lebar 1 mm dan panjang 90 mm. Di benda uji ini terdapat dua pola retak namun pola retak yang terjadi adalah pola retak belah dengan beban maksimal 2.05 kN.
	G ₂		First crack terjadi pada beban 0.013 kN dengan lebar 1 mm dan panjang 100 mm. Retak awal hingga akhir yang terjadi hanya retak belah hingga beban mencapai beban maksimal yaitu 2.95 kN
8.	H ₁		First crack terjadi pada beban 0.014 kN dengan lebar 3 mm dan panjang 102 mm. Retak awal hingga akhir yang terjadi hanya retak belah hingga beban mencapai beban maksimal yaitu 2.77 kN.
	H ₂		First crack terjadi pada beban 0.041 kN dengan lebar 3 mm dan panjang 100 mm. Retak awal hingga akhir yang terjadi hanya retak belah hingga beban mencapai beban maksimal yaitu 4.98 kN.

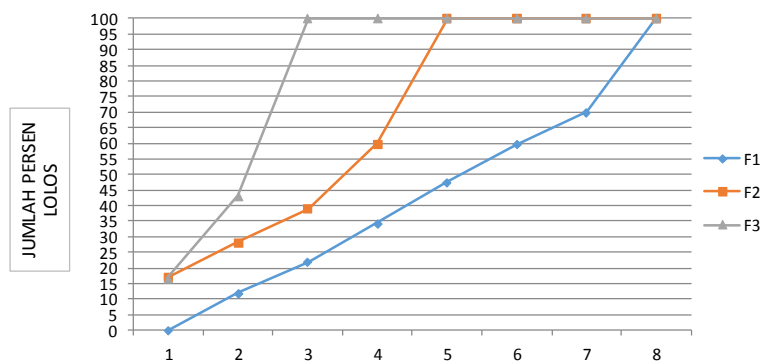
6. Pengujian Lentur

Sebelum pengujian ini dilakukan, skema analisa agregat ditentukan untuk proporsi materialnya. Berikut ini disajikan proporsi material untuk pengujian lentur, seperti pada Tabel di bawah ini.

Tabel 137. Proporsi agregat pada pengujian lentur

No Varians		Jenis Varians		Berat yang ditimbang		
		Jenis Agregat	Asal Agregat			
A	F1	Kasar	Bantak	#7	1160,39	gram
			Bantak	#6	1160,39	gram
			Bantak	#5	2900,98	gram
			Bantak	#4	2900,98	gram
	F2	Halus	Bantak	#3	1178,98	gram
			Bantak	#2	707,39	gram
			Bantak	#1	471,59	gram
	F3	Filler	Semen	Pan	319,31	gram

No.Saringan	F1	F2	F3
No.200	0,00	17,02	16,79
No.100	12,04	28,34	43,16
No.30	21,97	39,11	100
No.8	34,44	59,96	100
No.4	47,63	100	100
3/8"	59,77	100	100
1/2"	69,90	100	100
3/4"	100	100	100



Gambar 74. grafik analisa saringan agregat kasar, halus dan filler untuk pengujian lentur specimen.

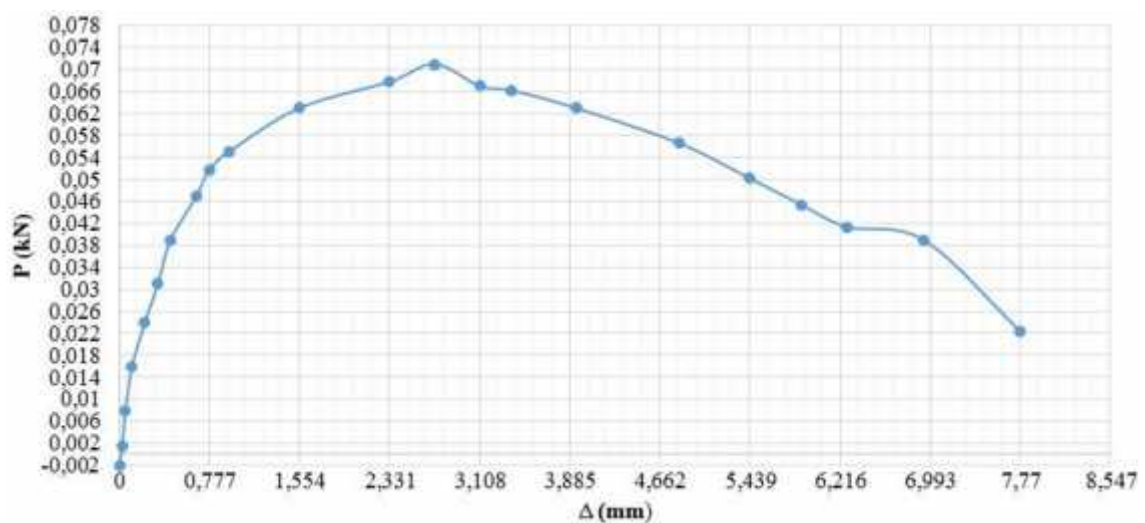
Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kapasitas lentur flexible pavement, ketahanan lentur sangat ditentukan oleh kualitas materialnya. Berikut ini disajikan hasil pengujian lentur untuk salah satu specimen.

Panjang Balok : 38,2 cm
 Lebar : 5,17 cm
 Tinggi : 5,29
 Berat : 1994 gram

Tabel 138. Hasil pengujian kuat lentur

No	P (kN)	(mm)
1	-0,002	0
2	0,0016	0,0277
3	0,008	0,0555

4	0,016	0,111
5	0,024	0,222
6	0,031	0,333
7	0,039	0,444
8	0,047	0,666
9	0,0518	0,777
10	0,055	0,943
11	0,063	1,555
12	0,0678	2,332
13	0,071	2,721
14	0,067	3,109
15	0,0662	3,3865
16	0,063	3,9415
17	0,0566	4,8305
18	0,0502	5,441
19	0,0454	5,885
20	0,0414	6,2735
21	0,039	6,9395
22	0,0224	7,772



Gambar 75. Beban dan lendutan pengujian lentur

7. Pengujian Fracture Energy

a. Fracture Energy Varians 1

Tabel 139. Hasil Analisis Fracture Energy Varians 1

Kode Benda Uji	P (kN)	(mm)	Tensile Strength (Mpa)	Fracture Energy (N/m)
A1	1,102	6,391	1,3063	0,02608
A2	1,023	6,276	1,1341	0,01838

A3	0,178	1,446	0,189	0,08734
A4	1,147	4,396	1,2309	0,02407

b. Fracture Energy Varians 2

Tabel 140. Hasil Analisis Ftrature Energy Varians 2

Kode Benda Uji	P (kN)	(mm)	Tensile Strength (Mpa)	Fracture Energy (N/m)
B1	0,131	3,434	0,1356	0,00003
B2	0,098	18,343	0,1098	0,00002
B3	0,318	5,413	0,3423	0,00050
B4	0,255	2,856	0,2599	0,00023

c. Fracture Energy Varians 3

Tabel 141. Hasil Analisis Ftrature Energy Varians 3

Kode Benda Uji	P (kN)	(mm)	Tensile Strength (Mpa)	Fracture Energy (N/m)
C1	0,124	1,212	0,1342	0,00003
C2	1,664	4,118	1,6346	0,05858
C3	0,918	4,777	0,9147	0,01009
C4	0,277	1,977	0,3099	0,00034

d. Fracture Energy Varians 4

Tabel 142. Hasil Analisis Ftrature Energy Varians 4

Kode Benda Uji	P (kN)	(mm)	Tensile Strength (Mpa)	Fracture Energy (N/m)
D1	1,259	1,342	1,2375	0,02595
D2	0,808	3,159	0,9497	0,00098
D3	1,281	4,989	1,2874	0,02850
D4	1,735	4,188	1,9952	0,09271

e. Fracture Energy Varians 5

Tabel 143. Hasil Analisis Ftrature Energy Varians 5

Kode Benda Uji	P (kN)	(mm)	Tensile Strength (Mpa)	Fracture Energy (N/m)
E1	0,128	1,257	0,1418	0,00003
E2	0,18	1,791	0,1822	0,00008
E3	0,561	4,458	0,6326	0,00305
E4	0,816	3,295	0,8581	0,00821

f. Ftracture Energy Varians 6

Tabel 144. Hasil Analisis Ftrature Energy Varians 6

Kode Benda	P		Tensile Strength	Fracture Energy
Uji	(kN)	(mm)	(Mpa)	(N/m)
F1	0,114	15,282	0,1096	0,00002
F2	0,102	18,7	0,112	0,00002
F3	0,102	1,892	0,1105	0,00002
F4	0,205	5,753	0,197	0,00010

g. Ftracture Energy Varians 7

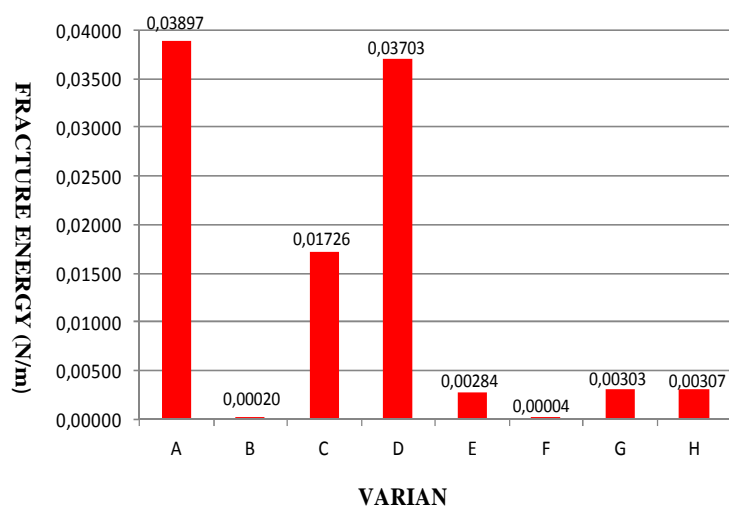
Tabel 145. Hasil Analisis Ftrature Energy Varians 7

Kode Benda	P		Tensile Strength	Fracture Energy
Uji	(kN)	(mm)	(Mpa)	(N/m)
G1	0,427	5,108	0,4739	0,00129
G2	0,663	2,098	0,6206	0,00337
G3	0,442	1,439	0,4735	0,00227
G4	0,716	2,283	0,731	0,00518

h. Ftracture Energy Varians 8

Tabel 146. Hasil Analisis Ftrature Energy Varians 8

Kode Benda	P		Tensile Strength	Fracture Energy
Uji	(kN)	(mm)	(Mpa)	(N/m)
H1	0,104	1,784	0,1187	0,00002
H2	0,947	4,379	0,9672	0,01224
H3	0,043	0,361	0,0463	0,00000
H4	0,112	0,179	0,1278	0,00003



Gambar 76. Grafik Perbandingan Nilai Fracture Energy Tiap Varian

i. Pengujian Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)

a. Benda Uji Silinder Varians

Tabel 147. Hasil Analisis UPV Benda Uji Silinder Varians

No.	Jenis Agregat	No. Benda Uji	Jarak Transduser (cm)			Travel time(det)			Cepat rambat gelombang (cm/det)		
1	F1 : BANTAK	1	7,42	7,39	7,35	21,80	22,00	23,10	0,34	0,34	0,32
	F2 : BANTAK										
	F3 : PROGO	2	7,62	7,61	7,62	23,70	24,30	25,20	0,32	0,31	0,30
2	F1 : BANTAK	1	7,65	7,61	7,64	23,60	23,10	24,00	0,32	0,33	0,32
	F2 : CLERENG										
	F3 : CLERENG	2	7,36	7,35	7,39	22,80	22,80	24,50	0,32	0,32	0,30
3	F1 : BANTAK	1	7,61	7,7	7,63	21,60	20,40	22,00	0,35	0,38	0,35
	F2 : BANTAK										
	F3 : BANTAK	2	7,37	7,35	7,41	22,50	22,90	22,50	0,33	0,32	0,33
4	F1 : BANTAK	1	7,25	7,31	7,36	21,20	20,90	21,60	0,34	0,35	0,34
	F2 : BANTAK										
	F3 : SEMEN	2	7,08	7,01	7,07	24,10	24,70	25,10	0,29	0,28	0,28
5	F1 : BANTAK	1	7,56	7,57	7,59	22,60	23,00	22,20	0,33	0,33	0,34
	F2 : KRASAK										
	F3 : BANTAK	2	7,49	7,48	7,51	24,20	25,40	25,30	0,31	0,29	0,30
6	F1 : CLERENG	1	7,45	7,31	7,31	35,40	36,70	40,00	0,21	0,20	0,18
	F2 : CLERENG										
	F3 : CLERENG	2	7,22	7,32	7,28	41,20	41,60	42,10	0,18	0,18	0,17

7	F1 : PROGO	1	7,32	7,34	7,45	26,40	23,20	25,40	0,28	0,32	0,29
	F2 : CLERENG										
	F3 : CLERENG	2	7,42	7,38	7,49	21,20	22,20	25,00	0,35	0,33	0,30
8	F1 : KRASAK	1	7,51	7,65	7,55	22,10	22,00	22,40	0,34	0,35	0,34
	F2 : PROGO										
	F3 : CLERENG	2	7,1	7,21	7,21	22,70	25,00	22,90	0,31	0,29	0,31

b. Benda Uji Balok Varians

Tabel 148. Hasil Pengujian UPV Varians 1

Jenis Agregat	Benda Uji	Kecepatan Perambatan Gelombang (km/det)					Rata-rata
		A	B	C	D	E	
F1 : BANTAK	1A	2,91	2,65	2,53	2,46	2,34	
F2 : BANTAK	1B	2,41	2,41	2,29	2,23	2,42	2,44
F3 : PROGO	1C	2,50	2,41	2,30	2,11	2,61	

Tabel 149. Hasil Pengujian UPV Varians 2

Jenis Agregat	Benda Uji	Kecepatan Perambatan Gelombang (km/det)					Rata-rata
		A	B	C	D	E	
F1 : BANTAK	2A	1,60	1,73	1,67	1,53	1,42	
F2 : CLERENG	2B	1,28	1,19	1,12	1,25	1,29	1,52
F3 : CLERENG	2C	1,77	1,80	1,74	1,60	1,76	

Tabel 150. Hasil Pengujian UPV Varians 3

Jenis Agregat	Benda Uji	Kecepatan Perambatan Gelombang (km/det)					Rata-rata
		A	B	C	D	E	
F1 : BANTAK	3A	2,17	2,32	2,13	2,30	2,21	
F2 : BANTAK	3B	2,47	2,39	2,46	2,60	2,49	2,36
F3 : BANTAK	3C	2,56	2,42	2,26	2,26	2,28	

Tabel 151. Hasil Pengujian UPV Varians 4

Jenis Agregat	Benda Uji	Kecepatan Perambatan Gelombang (km/det)					Rata-rata
		A	B	C	D	E	
F1 : BANTAK	4A	2,50	2,41	2,18	2,29	2,03	
F2 : BANTAK	4B	2,26	2,26	2,56	2,38	2,57	2,22
F3 : SEMEN	4C	2,06	2,04	2,04	1,95	1,82	

Tabel 152. Hasil Pengujian UPV Varians 5

Jenis Agregat	Benda Uji	Kecepatan Perambatan Gelombang (km/det)					Rata-rata
---------------	-----------	---	--	--	--	--	-----------

	Uji	A	B	C	D	E	Rata-rata
F1 : BANTAK	5A	2,23	2,30	2,43	2,30	2,42	2,21
F2 : KRASAK	5B	2,30	2,11	1,98	2,33	2,16	
F3 : BANTAK	5C	2,08	2,06	2,18	2,15	2,15	

Tabel 153. Hasil Pengujian UPV Varians 6

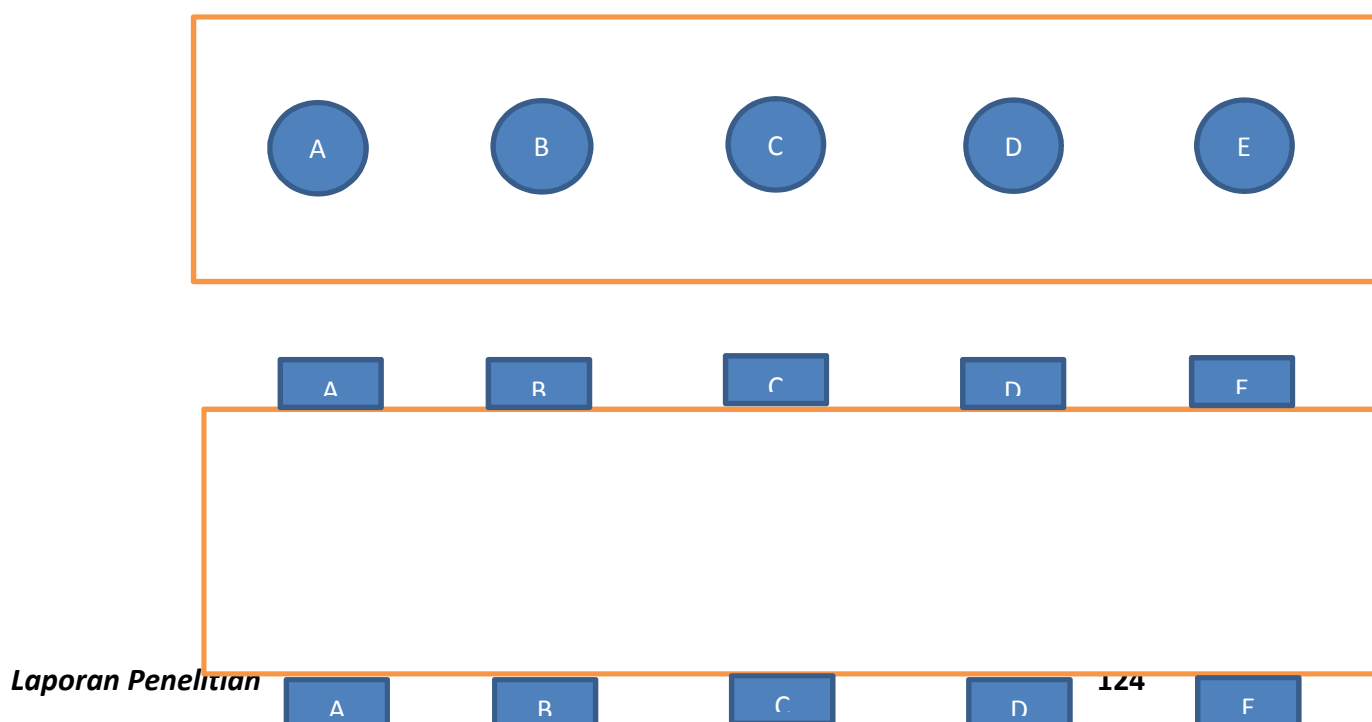
Jenis Agregat	Benda Uji	Kecepatan Perambatan Gelombang (km/det)					Rata-rata
		A	B	C	D	E	
F1 : CLERENG	6A	1,83	1,72	1,84	1,84	1,73	1,54
F2 : CLERENG	6B	1,51	1,48	1,54	1,54	1,38	
F3 : CLERENG	6C	1,36	1,19	1,38	1,39	1,33	

Tabel 154. Hasil Pengujian UPV Varians 7

Jenis Agregat	Benda Uji	Kecepatan Perambatan Gelombang (km/det)					Rata-rata
		A	B	C	D	E	
F1 : PROGO	7A	1,83	1,51	1,70	1,78	1,95	1,78
F2 : CLERENG	7B	1,75	1,88	2,00	2,04	1,70	
F3 : CLERENG	7C	1,93	1,70	1,63	1,67	1,65	

Tabel 155. Hasil Pengujian UPV Varians 8

Jenis Agregat	Benda Uji	Kecepatan Perambatan Gelombang (km/det)					Rata-rata
		A	B	C	D	E	
F1 : KRASAK	8A	1,95	1,87	1,74	1,77	1,85	1,88
F2 : PROGO	8B	2,10	2,01	1,75	1,67	1,73	
F3 : CLERENG	8C	1,93	1,83	1,88	2,21	1,92	



D. Faktor-Faktor Pendukung

1. Sebagian besar material merupakan bahan lokal yang dapat diperoleh dengan mudah dan cepat (melimpahnya agregat Bantak di daerah sekitar merapi).
2. Ketersediaan fasilitas dan alat yang dapat mempercepat persiapan penelitian (Laboratorium bahan perkerasan Jurusan Pendidikan Teknik Sipil & Perencanaan FT UNY tergolong lengkap dalam hal peralatan).
3. Ketersediaan teknisi dan laboran di Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.
4. adanya kerjasama dengan mahasiswa dalam proses pelaksanaan penelitian, sehingga dapat mempercepat dan memperlancar proses pelaksanaan penelitian.
5. Bahan cementitious mudah didapatkan

F. Faktor-Faktor Penghambat

1. Waktu melaksanakan penelitian bersamaan dengan proses kegiatan praktikum mahasiswa sehingga kegiatan penelitian/pengujian bahan tidak bisa berjalan secara maksimal.
2. Ketersediaan agregat jenis bantak, clereng, progo dan krasak di laboratorium sangat terbatas.
3. Alat ayakan yang digunakan terbatas sehingga proses pemisahan butiran agregat tidak bisa berjalan dengan optimal.
4. Alat pemanas (kompor listrik) yang jumlahnya terbatas sehingga proses pencampuran agregat dengan aspal (Hot Mix) membutuhkan waktu yang lama.
5. Alat pemadatan benda uji Marshall tidak bisa digunakan secara otomatis sehingga harus dilakukan secara manual.

F. Jalan Keluar/Solusi

1. Dilakukan re-scheduling dengan mencari waktu penelitian yang tidak bersamaan dengan jadwal perkuliahan, selain itu penelitian dilakukan dihalaman belakang laboratorium sehingga penelitian tetap berjalan dan tidak mengganggu aktivitas perkuliahan.
2. Pengadaan agregat jenis bantak, clereng dan progo sesuai dengan kebutuhan.

3. Pengadaan 1 set ayakan, guna mengoptimalkan proses pemisahan butiran agregat.
4. Pengadaan kompor listrik guna menunjang proses pencampuran agregat dengan aspal (Hot Mix).
5. Dilakukan rekayasa engineering terhadap alat pemadat sehingga walaupun dilakukan secara manual tetap mendapatkan hasil yang optimal.

G. Ketercapaian

Sampai awal bulan November ini, telah diselesaikan persiapan penelitian hingga tahapan akhir pengujian benda uji untuk pengujian pendahuluan agregat, proses mix design, pengujian flexural, indirect tensile strength, ultrasonic pulse velocity, durability, dan pengujian Marshall.

Pada pertengahan November ini akan dilaksanakan conference International di Jakarta, dan naskah akan secara otomatis terindex scopus. Sedangkan pada akhir November, akan dibuatkan modul pembelajaran sebagai bentuk output penelitian ini.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, durabilitas Marshall tertinggi berada pada Komposisi material Bantak, Bantak dan filler Bantak. Kinerja varian jenis ini memiliki durabilitas terbaik diantara material yang lain.
2. Nilai flexural, indirect tensile test dan fracture energi menunjukkan tren positif, dimana Varian jenis BBPC (Bantak, Bantak, Portland Pozoland Cement) memiliki nilai rata-rata terbaik diantara varian jenis yang lainnya. Sehingga agregat Bantak layak digunakan sebagai material pembentuk flexible pavement.
3. Kinerja Marshall optimum ditinjau dari pengujian Non-Destructive Test menunjukkan bahwa nilai kecepatan perambatan gelombang ultrasonic tertinggi berada pada material dengan varian BBPC.

B. Saran

Setelah selesainya tahapan penelitian pada Tahun kedua ini, langkah selanjutnya adalah penyusunan naskah Paten HKI, agar penelitian hasil penelitian ini dapat dijadikan paten, sehingga sangat bermanfaat kedepannya, mengingat potensi material Bantak saat ini masih 70% yang berada di atas puncak Gunung Merapi.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C597-02, 2003, *Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete*, Designation: Vol. 04.02, ASTM International.
- AASHTO M 20 – 70 (2002). Spesifikasi AASHTO untuk berbagai nilai penetrasi aspal.
- Bjegovic, et.all. 2005. Crack Repair Assessment By Ultrasonic Method. The 8th International Conference of the Slovenian Society for Non-Destructive Testing, Application of Contemporary Non-Destructive Testing in Engineering, September 1-3, 2005, Portorož, Slovenia, pp. 81-89
- Budi, N., 2008. Hubungan kecepatan gelombang ultrasonic pada berbagai variasi mutu beton menggunakan materail lokal Yogyakarta. Tesis S-2, Sekolah Pascasarjana, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Ghaly, N.F. 2008. Combined Effect of Polypropylene And Styrene-butadiene Styrene on Asphalt, and Asphalt Mixture Performance, *Journal of Applied Sciences Research*, 4(11): 1297-1304, 2008, © 2008, INSInet Publication. Petroleum Research Institute. Cairo. Egypt.
- Hafeez, Imran. 2009. Impact of Hot Mix Asphalt Properties on its Permanent Deformation Behaviour Department Of Civil Engineering Faculty Of Civil & Environmental Engineering*
- M.g.M. Al-Taher, A. Mohamady and M.A. Shalaby. 2008. Evaluation of asphalt pavements constructed Using novophalt.
- M.H.M. Hussain, N.F. Ghaly and I.M. Ibrahim. 2008. Modified Hot Mix Asphalt for Road Maintenance Egyptian Petroleum Research Institute (EPRI), Nasr City, Cairo, Egypt. *World Applied Sciences Journal* 5 (2): 236-245, 2008. ISSN 1818-4952 © IDOSI Publications, 2008
- N.F. Ghaly. 2008. Preparation and Evaluation of Special Hot Mix Asphalt for Steel Bridge Paving (Laboratory and Field Study), World Journal of Chemistry* 3 (1): 17-26, 2008, ISSN 1817-3128, © IDOSI Publications, 2008, Petroleum Research Institute, Cairo, Egypt
- Nrachai Tuntiworawit, Direk Lavansiri dan Chayatan Phromsorn. 2005. The Modification Of Asphalt With Natural Rubber Latex Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 679 - 694, 2005*
- H. Irie, Y. Yoshida, Y. Sakurada, and T. Ito. 2008. Non-destructivetesting Methods for Concrete Structures. NTT Tech. Rev
- RSNI 06-2489-1991. Metode Pengujian campuran Aspal dengan Alat Marshall
- Sanny, Teuku Abdullah. 2010. Siklus Merapi Yogyakarta. Bandung: ITB Press.
- Sinan Hinislioglu, et. al (2005). Effect of High Density Polyethelene on the permanent deformation of asphalt concrete. *Indian Journal of Engineering & Materials Sciences*, Vol. 12, October 2005, pp.456-460.

SNI-06-2433-1991 dan AASHTO T49-02. Pengujian Titik Nyala dan Bakar dengan cawan cleveland.

SNI 06-2434-1991 AASHTO T53-02. Pengujian Titik Lembek

SNI 03-1969-1990. Pengujian Berat Jenis Beton Aspal Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Aspal

Sukirman, Silvia. 2005. Beton aspal campuran panas Alfabet: Bandung.

SNI 03-1969-1990; SK SNI M-09-1989-F dan AASHTO T84-88. Berat jenis agregat halus.

SNI-03-2417-1991 atau AASHTO T96-87. Pengujian abrasi menggunakan alat abrasi Los Angeles.

SNI-M-02-1994-2003 atau AASHTO T11-90. Analisis saringan dapat dilakukan secara basah atau kering, analisis basah digunakan untuk menentukan Jumlah bahan agregat yang lolos saringan No.200.

SNI 03-1968-2002 dan AASHTO T27-88 atau. Ukuran butir agregat.

W. Trakarnpruk, R. Chanathup. 2005. Physical and Rheological Properties of Asphalts Modified with Polyethylene-co-methylacrylate and Acids. Journal of Metals, Materials and Minerals. Vol.15 No.2 pp.79-87, 2005.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

BUKU CATATAN HARIAN PENELITIAN
(LOGBOOK)

JUDUL PENELITIAN:
MODIFIKASI SIFAT BAHAN BITUMEN MENGGUNAKAN POLYPROPYLENE FIBERS UNTUK MENINGKATKAN KINERJA AGREGAT
BANTAK SERTA IMPLEMENTASINYA SEBAGAI SMART CEMENTITIOUS MATERIALS
PADA FLEXIBLE PAVEMENT

JENIS/SKIM PENELITIAN	BIDANG PENELITIAN
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI	TEKNIK SIPIL

KETUA PENELITI	ANGGOTA
Nama : Dr. Dr. Ir. Efendie Tanumihardja, SU.,Apt.	1. Dr. Slamet Widodo, S.T., M.T.
Jurusan : Pendidikan Teknik Mesin	2. Sumarjo H, M.T.
Fakultas : Teknik	3. Faqih Ma'arif, M.Eng.

NILAI KONTRAK
Rp. 75.000.000,-

HASIL/SASARAN AKHIR TAHUN 2015
Karakteristik Fisik dan Mekanik Agregat di DIY, Non Destructive Test Material
Seminar Internasional, Modul Bahan Perkerasan (Flexibel Pavement)

CATATAN KEMAJUAN/PELAKSANAAN PENELITIAN

No.	Tanggal *)	Kegiatan/Aktivitas	Catatan Kemajuan/Hasil Aktivitas**)
1	11 Mei 2015	Pengadaan bahan salah satu bahan: Kegiatan yang dilakukan pada tahapan ini adalah pengadaan agregat bantak.	Selesai
2	12 - 15 Mei 2015	Pengujian karakteristik Bantak Pengujian karakteristik agregat Bantak diantaranya adalah pengujian MKB untuk 3 variasi agregat, diantaranya adalah agregat Kasar, Agregat Halus dan Filler. Masing-masing komposisi agregat ditentukan % butiran kasarnya untuk dijadikan parameter mix design.	Selesai
3	15 - 22 Mei 2015	Pengujian karakteristik agregat alami (progo dan clereng) Pengujian karakteristik agregat Bantak diantaranya adalah pengujian MKB untuk 3 variasi agregat, diantaranya adalah agregat Kasar, Agregat Halus dan Filler. Masing-masing komposisi agregat ditentukan % butiran kasarnya untuk dijadikan parameter mix design.	Selesai
4	23 - 26 Mei 2015	Pengujian karakteristik agregat alami (Krasak) Pengujian karakteristik agregat Bantak diantaranya adalah pengujian Modulus Kehalusan Butir (MKB), untuk 3 variasi agregat, diantaranya adalah agregat Kasar, Agregat Halus dan Filler. Masing-masing komposisi agregat ditentukan % butiran kasarnya untuk dijadikan parameter mix design. Perhitungan rencana campuran adukan (mix design marshall) Perhitungan rencana campuran ini menggunakan trial mix, hal ini dilakukan dengan cara memodifikasi tabel fraksi % butir lolos masing-masing varian, agar didapatkan berat campuran sesuai	Selesai

No.	Tanggal *)	Kegiatan/Aktivitas	Catatan Kemajuan/Hasil Aktivitas**)
		dengan bahan pencetak.	
5	27 Mei 2015	Perhitungan mix design.	Selesai
6	28 Mei – 16 Juni 2015	Pembuatan 60 benda Uji untuk Kontrol.	Selesai
7	16 Juni– 16 Juli 2015	Pembuatan Benda Uji varian	Selesai
8	4 Juli 2015	Pengambilan Bahan (pasir clereng dan bantak)	Selesai
9	18 Juni – 17 Juli 2015	Pengukuran Volume Matriks Benda Uji Varian Serta pembuatan benda uji lentur	Selesai
10	18 Juli 30 Oktober 2015	Pengadaan bahan (Pasir Progo), Pengujian UPV, Flexural, ITS, Durability materials, Marshall test specimen	Selesai
11	12 November	Ouput tahun ke-dua (confrence international dan Jurnal terindex Scopus)	Akan dilaksanakan
12	30 November	Output tahun kedua	100%
Total Ketercapaian		Seluruh kegiatan penelitian mencapai 100% dari progress yang telah direncanakan.	100%

Notasi:

*) jika perlu diisikan pula jam

**) Berisi data yang diperoleh, keterangan data, sketsa,

gambar, analisis singkat, dsb.

Tambahan halaman ini sesuai kebutuhan

Ketua Peneliti



Dr. Dr. Ir. Effendie T, SU, SE, MM, MT
NIP. 19520703 198403 1 002

Lampiran . BIODATA KETUA TIM PENELITI /PELAKSANA

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap (dengan Gelar)	:	Dr. Dr. Ir. Effendie Tanumihardja, SU., MM.
2.	Jenis Kelamin	:	Laki- laki
3.	Jabatan Fungsional	:	Lektor
4.	NIP/NIK/Identitas Lainnya	:	19520703 198403 1 002
5.	NIDN	:	0003075203
6.	Tempat dan Tanggal Lahir	:	Cirebon, 03 Juli 1952
7.	E-mail	:	effendiekemkid@yahoo.com
8.	Nomor Telepon/ HP	:	(0274) 589654/0816689168
9.	Alamat Kantor	:	Kampus Karangmalang, Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA 55281
10.	Nomor Telepon/Faks.	:	(0274) 520327/ (0274) 520327
11.	Lulusan yang Dihasilkan (5 Tahun Terakhir)	:	D-3 = 5 orang S-1 = 10 orang S- 2 = 1 orang S-3 = - orang
12.	Mata Kuliah yang Diampu	:	1. Manajemen Industri 2. Karya Tulis Ilmiah 3. Kewirausahaan 4. Psikologi Kewirausahaan 5. Praktik Kewirausahaan 6. Kimia Teknik 7. Mesin Konversi Energi

B. Riwayat Pendidikan :

	S - 1	S - 2	S - 2	S-3	S-3
Nama Perguruan Tinggi	UGM	UGM	STEI YKPN	UNY	UII
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	Teknik Kimia			
Tahun Masuk – Lulus	1971 – 1978	1982 – 1986	2004-2005	2004-2010	2007-2012
Judul Skripsi/Tesis/ Disertasi	Perancangan Pabrik Hexamathylene dari Asam Adipat	Penurunan Tekanan pada Aliran Silang Tegak Lurus terhadap Barisan Tabung	Komptensi Middle Manager di Bidang Manajemen Teknologi Informasi	Manajemen Perubahan Sekolah Menengah Kejuruan Bertaraf Internasional	Pengaruh TQM, Self-Efficacy dan Kepuasan Kerja terhadap Kualitas Layanan
Nama Pembimbing/ Promotor	Ir. Soegiarto	1. Prof. Ir. Bambang Soehendro, M.Sc.,	Dr. Sony Warsono, M.A.F.I.S., Akt.	1. Prof. Dr. Sugiyono 2. Prof. Dr. Aliyah	1. Prof. Dr. HMS. Idrus, SE., M.Ec. 2. Dr. Zaenal

	S - 1	S - 2	S - 2	S-3	S-3
		D.E.Sc. 2. Ir. Soegiarto		Rasyid Baswedan 3. Prof. Slamet, PH., MA.,	Mustafa. Eq. MM 3. Prof. Dr. Asip Hadipravitn

C. Pengalaman Penelitian

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah
1.	2012	Jiwa Kewirausahaan Siswa SMK Yogyakarta	DIPA BLU FT UNY	10
2.	2012	Pengaruh Perhatian Keluarga dan Kebiasaan Belajar terhadap Prestasi Belajar Siswa SMK Kodya Yogyakarta	DIPA BLU FT UNY	10
3.	2011	Kualitas Layanan Staf Akademik FT UNY terhadap Mahasiswa	DIPA BLU FT UNY	5

C. Pengalaman Pengabdian kepada Masyarakat 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pegabdian kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1.	2013	Penulisan Buku Ajar SMP Kls VII	Puskur Kemendikbud	30
2.	2012	Rancang Bangun Mesin Pengering dan Pemotong Bulu untuk Meningkatkan Hasil Produksi Shuttlecock Industri Kecil di Pedesaan	Manding Bantul	17
3.	2008	Pemahaman Work Preparation pada Guru SMK	SMKN 2 Wonosari	2,5
4.	2008	Kewirausahaan	SMK 2 Wonosari	2,5

E. Publikasi Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahu
1.			

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel	Waktu dan Tempat Pelaksanaa
1.	Seminar Nasional Pendidikan Kejuruan	Pendidikan Karakter	2010 FT UNY

G. Karya Buku/Diklat Kuliah

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1.	"Pendidikan Karakter Perspektif Buddha" dalam buku PENDIDIKAN KARAKTER dalam Perspektif Teori dan Praktik	1994	80	FT UNY

H. Perolehan HKI dalam 5 – 10 Tahun Terakhir

No.	Judul / Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1.				

J. Penghargaan dalam 10 Tahun Terakhir (dari Pemerintah, Asosiasi atau Institusi Lainnya)

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi	Tahun
1.	Satyalancana Karya Satya 10 Tahun	Presiden Republik Indonesia	2003
2.	Styalancana Karya Lacana 20 Tahun	Presiden Republik Indonesia	2005
3.	Pengabdian 40 Tahun	Majelis Buddhayana indonesia	2005

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan "Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi".

Yogyakarta, 26 Oktober 2015
Yang menyatakan,



Dr.Dr. Ir. Effendie T,SU

NIP. 19520703 198403
1 002

BIODATA PENELITI

A. Indentitas Diri

1.	Nama Lengkap (dengan Gelar)	:	Dr. Slamet Widodo, S.T., M.T.
2.	Jenis Kelamin	:	Laki-laki (L)
3.	Jabatan Fungsional	:	Lektor Kepala (400)
4.	NIP/NIK/Identitas Lainnya	:	19761103 200003 1 001
5.	NIDN	:	0003117603
6.	Tempat dan Tanggal Lahir	:	Boyolali, 03 November 1976
7.	E-mail	:	swidodo@uny.ac.id , swidodo@live.com
8.	Nomor Telepon/ HP	:	(0272)-337189, 081567966990
9.	Alamat Kantor	:	Kampus Karangmalang, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA 55281
10.	Nomor Telepon/Faks.	:	(0274) 554692
11.	Mata Kuliah yang Diampu	:	1. Struktur Beton I 2. Struktur Beton II 3. Mekanika Teknik III 4. Mekanika Teknik IV 5. Bahan Bangunan II 6. Praktek Bahan Bangunan II

B. Riwayat Pendidikan :

	S - 1	S - 2	S - 3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Sebelas Maret (UNS)	Universitas Gadjah Mada (UGM)	Universitas Diponegoro (Undip)
Bidang Ilmu	Teknik Sipil	Teknik Sipil	Teknik Sipil
Tahun Masuk – Lulus	1994-1999	2000-2003	2008-2014
Judul Skripsi/Tesis/ Disertasi	Program Komputer untuk Analisis Kasus Aliran Panas Transient-Linear pada Struktur Rangka Batang dengan Metode Elemen Hingga	Pengaruh Sika Viscocrete-5 Terhadap Kuat Tekan, Serapan Air dan kuat Lekat Tulangan Self-Compacting Concrete di Bawah Air	Kekuatan Interface dan Perilaku Lentur Pelat Lantai Pracetak Komposit Hybrid Fiber Reinforced Lightweight Aggregate Concrete dengan Self-Compacting Concrete Topping
Nama Pembimbing/ Promotor	Ir. Agus Supriyadi, M.T.	Ir. Iman Satyarno, M.E., Ph.D.	Prof. Ir. Iman Satyarno, M.E., Ph.D. Dr. Ir. Sri Tudjono, M.S.

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1.	2007	Aplikasi Metode Jaringan Syaraf Tiruan untuk Prediksi Kandungan Klorida Bebas dalam Berbagai Komposisi Campuran Pasta Semen	Institusional (UNY)	5
2.	2007	Studi Eksperimental Sifat Mekanik dan Karakteristik Transpor Massa dalam Self Compacting Fiber Reinforced Concrete (SCFRC)	PHK A2 (Dikti)	5
3.	2008	Pemanfaatan Air Limbah (Slurry) Produksi Beton Pracetak dan Ready-Mix Sebagai Bahan Campuran untuk Pembuatan Beton Baru di Lokasi Pabrik	DIPA PNPB UNY	5
4.	2008	Pembelajaran Interactive Learning Berbasis Internet untuk Meningkatkan Pencapaian Kompetensi Mahasiswa pada Mata Kuliah Struktur Beton I	Research Based Teaching DIPA UNY	10
5.	2009	Optimasi Kinerja Lentur Balok Beton Bertulang untuk Meningkatkan Performa Struktur Bangunan di Daerah Rawan Gempa	Penelitian Stranas	90
6.	2010	Perintisan Kelas Internasional Mata Kuliah Struktur Beton I Dengan Pendekatan Project-Assisted Learning Dalam Kerangka Transitional Bilingual Education	DIPA UNY	5
7.	2010	Efek Penambahan Serat Polypropoylene Terhadap Daya Lekat Dan Kuat Lentur Pada Rehabilitasi Struktur Beton dengan Self-Compacting Repair Mortar (SCRM)	DIPA UNY	5
8.	2011	Uji Lentur Panel Dinding Sandwich Pracetak dengan Core Beton Ringan Polystyrene dan Lapis Kulit Polypropylene Self-Compacting Mortar	DIPA UNY	10
9.	2012	Optimasi Sifat Mekanik Beton Ringan dengan Agregat Breksi Batu Apung dengan Bahan Tambah Mineral Dan Serat Campuran	DIPA UNY	10
10.	2013	Kapasitas Geser Interface antara Beton Ringan Berserat Sebagai Stay-In Place Formwork dengan Self-Compacting Concrete Topping untuk Konstruksi Pelat Lantai Komposit	Penelitian Hibah Disertasi Doktor (PDD)	30

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
11.	2014	Pengembangan Material Beton Khusus dan Cara Perawatannya untuk Peningkatan Kinerja Struktural serta Percepatan Konstruksi Perkerasan Kaku Jalan Raya	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT)	75

D. Pengalaman Pengabdian kepada Masyarakat 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pegabdian kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1.	2007	Mitigasi Bencana Gempa Bumi di Wilayah DIY Melalui Sosialisasi Zonasi Gempa dan Pelatihan Perencanaan serta Pengendalian Mutu Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa dengan Mengoptimalkan Potensi Bahan Lokal	DIPA UNY	10
2.	2008	Pelatihan Perencanaan dan Metode Konstruksi Rumah dan Gedung Sederhana Tahan Gempa Berdasarkan Standar Serta Pedoman Teknis Terbaru Pasca Gempa Yogya 27 Mei 2006	DIPA UNY	10
3.	2008	Rancang Bangun Mesin Mekanis Pengolah Batang dan Buah Pepaya untuk Menunjang Produksi Dodol dan Manisan Bagi Industri Kecil di Pedesaan	DIKTI	15
4.	2009	Pelatihan Aplikasi Spreadsheet sebagai Media Pembelajaran SMK Bangunan dalam Perencanaan Tulangan Lentur dan Geser Portal Beton Bertulang Menurut SNI 03-2847-2002	DIKTI	10
5.	2010	Pemberdayaan Karang Taruna Melalui Implementasi Teknologi Fine Composting Berbasis Mesin Pengolah Tipe Crusher Untuk Pengelolaan Sampah Pasar Pedesaan	DIPA UNY	15
6.	2012	Pelatihan Inovasi Pembelajaran dan Penelitian Tindakan Kelas untuk Guru SMK Muhammadiyah Jatinom	DIPA UNY	3
7.	2012	Rancang Bangun Mesin Pengereng Kerajinan Berbahan Serat dan Enceng Gondok untuk UKM di Kabupaten Kulon Progo DI Yogyakarta	DIPA UNY	17,5
8.	2013	Rekayasa Teknologi Penjernihan Minyak Kelapa Bagi Usaha Kecil di Pedesaan	DIPA UNY	15

E. Publikasi Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahun
1.	Coupling Mechanism between Carbonation and Chloride Ingress in Reinforced Concrete Corrosion	PILAR	2007
2.	Prediction of Free Chloride Content in Cement Based Materials Using Artificial Neural Network	PILAR	2007
3.	Efek Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Karakteristik Beton Segar Jenis Self-Compacting Concrete	Media Komunikasi Teknik Sipil	2009
4.	Optimasi Kinerja Lentur Balok Beton Bertulang untuk Meningkatkan Performa Struktur Bangunan di Daerah Rawan Gempa	Saintek	2010
5.	Pemanfaatan Air Limbah Produksi Ready-Mix Sebagai Bahan Campuran untuk Pembuatan Beton Baru	INERSIA	2010
6.	Experimental Study on Some Fresh and Mechanical Properties of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete	Media Teknik Sipil	2010
7.	Uji Lentur Panel Dinding Sandwich Pracetak dengan Core Beton Ringan Polystyrene dan Lapis Kulit Polypropylene Self-Compacting Mortar	INERSIA	2011
8.	Effects of Steel and Polypropylene Fiber Addition on Interface Bond Strength between Normal Concrete Substrate and Self-Compacting Concrete Topping	Proceeding International Conference on Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials	2012
9.	Effects of Hybrid Polypropylene-Steel Fiber Addition on Some Hardened Properties of Lightweight Concrete with Pumice Breccia Aggregate	International Scholarly Research Network (ISRN) Civil Engineering	2012, doi:10.5402/2012/475751; Indexed in Proquest, EBSCO, EBSCOhost, Gale-Cengage, Cambridge Scientific Abstract
10.	Experimental Study on the Potential Use of Pumice Breccia as Coarse Aggregate in Structural Lightweight Concrete	International Journal of Sustainable Construction Engineering &	Vol 5, No 1, 2014

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahun
		Technology (ISSN: 2180-3242) Published by:Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM) and Concrete Society of Malaysia (CSM)	

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat Pelaksanaan
1.	International Conference on Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials	Effects of Steel and Polypropylene Fiber Addition on Interface Bond Strength between Normal Concrete Substrate and Self-Compacting Concrete Topping	Yogyakarta, September 11 - 13, 2012
2.	Penelitian dan PPM untuk Mewujudkan Insan Unggul Bidang Sains dan Teknologi	Uji Lentur dan Analisis Tegangan Balok Beton Berserat Parsial dengan Tulangan Baja	2015

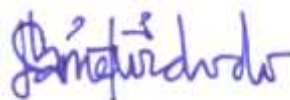
G. Karya Buku/Diktat Kuliah

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1.	Mekanika Bahan untuk Teknik Sipil	2003	135	Ar-Ruz
2.	Mekanika Teknik IV (Metode Matrix)	2007	67	FT UNY
3.	Struktur Beton I	2008	145	FT UNY

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan "Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi".

Yogyakarta, 06 Oktober 2015
Yang menyatakan,



Dr. Slamet Widodo, S.T.,
M.T.
NIP. 19761103 200003 1 001

BIODATA ANGGOTA TIM PENELITIAN/PELAKSANA

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap (dengan Gelar)	:	Drs. Sumarjo H, M.T.
2.	Jenis Kelamin	:	Laki- laki
3.	Jabatan Fungsional	:	Lektor
4.	NIP/NIK/Identitas Lainnya	:	19570414 198303 1 003
5.	NIDN	:	0014045707
6.	Tempat dan Tanggal Lahir	:	Sleman/14 April 1957
7.	E-mail	:	sumarjo@uny.ac.id
8.	Nomor Telepon/ HP	:	(0274) 888316/08122763206
9.	Alamat Kantor	:	Kampus Karangmalang, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Tek-nik UNIVERSITAS NEGERI YOGYA-KARTA 55281
10.	Nomor Telepon/Faks.	:	(0274) 554692
11.	Lulusan yang Dihasilkan (5 Tahun Terakhir)	:	D-3 = 13 orang S-1 = 15 orang S-2 = -
12.	Mata Kuliah yang Diampu	:	2. Gambar Teknik Bangunan 3. Konstruksi Bangunan 4. Perencanaan Bangunan 5. Disain Interior 6. Praktek Bangunan 7. Praktek Kerja Beton 8. Cacat Kegagalan Konstruksi

B. Riwayat Pendidikan :

	S - 1	S - 2	S - 3
Nama Perguruan Tinggi	IKIP YOGYAKARTA	UGM	
Bidang Ilmu	Pend. Teknik Gedung	Teknik Arsitektur	
Tahun Masuk - Lulus	1976– 1982	1996– 1999	
Judul Skripsi/Tesis/ Disertasi	Efektifitas Pembelajaran Gambar Bangunan di SMK Pembangunan Yogyakarta	Perubahan Rumah Pondokan Mahasiswa di Desa Pinggiran Kota Yogyakarta	
Nama Pembimbing/ Promotor	Drs. Ahmad Toekiman	Ir. Haryadi, M.Ach., Ph.D. Dr. Ir. T. Yoyok Wahyu Subroto	

C. Pengalaman Penelitian

No	Tahun	Judul Penelitian	Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1	2012	Analisis Kecukupan Sarana Prasarana FT UNY untuk Mendukung Program Renstra	FT UNY	15
2	2010	Studi Besar-an Jam Tatap Muka Program	FT UNY	7,5
3	2009	Studi Kebutuhan Bahan Praktek untuk Mahasiswa Fakultas Teknik UNY	FT UNY	7,5
4	2008	Studi Tata Ruang yang Efektif Pembelajaran Praktek Berbasis Kompetensi	FT UNY	4
5	2007	Studi Kerusakan dan Pembangunan Gedung Sekolah SD dan SMP di Indonesia	Dikdasmen	600

E. Publikasi Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tah
2.	Analisis Kecukupan Sarana Prasarana FT UNY untuk Mendukung Program	Inersia	
3.	Interelasi Kampus PT di Pinggiran Kota Yogyakarta	Inersia	
4.	Efektifitas Pembelajaran Pendekatan Promosi Degradasi Praktek Kerja Batu dan	JPTK	
5.	Penataan Bengkel Bangunan yang Efektif dalam Mendukung K3	JPTK	
6.	Efektifitas Pembelajaran Pendekatan Tugas	JPTK	

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	MGMP Gambar Bangunan	Pengembangan Rumah Tahan	SMK Negeri Klaten
2.	MGMP SD dan SMP	Pembangunan Sekolah Tahan	SLB Negeri Yogyakarta
3.	Sarasehan LKMD	Rehabilitasi Rumah Pasca Gempa DIY	Balai Desa Kasihan

G. Karya Buku/Diklat Kuliah

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	Gambar Teknik Bangunan	2006	80	FT-UNY
2	Perencanaan Bangunan I	2007	120	FT UNY

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
3	Menggambar Bangunan Tahan Gempa	2009	160	GTZ
4	Cacat dan Kegagalan Konstruksi	2010	120	FT UNY

H . Perolehan HKI dalam 5 – 10 Tahun Terakhir

No.	Judul / Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1.				

J. Penghargaan dalam 10 Tahun Terakhir (dari Pemerintah, Asosiasi atau Institusi Lainnya)

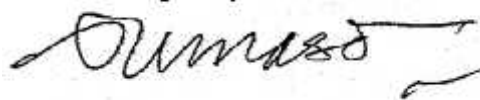
No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi	Tahun
1.			
2.			
3.			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan "Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi".

Yogyakarta, 26 Oktober 2015

Yang menyatakan.



Drs. Sumarjo H, M.T.
NIP. 19570414 198303 1003

BIODATA ANGGOTA TIM PENELITIAN/PELAKSANA

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap (dengan Gelar)	:	Faqih Ma'arif, M.Eng
2.	Jenis Kelamin	:	Laki- laki
3.	Jabatan Fungsional	:	Lektor (300)
4.	NIP/NIK/Identitas Lainnya	:	19850407 201012 1 006
5.	NIDN	:	0007048501
6.	Tempat dan Tanggal Lahir	:	Tegal, 07 April 1985
7.	E-mail	:	faqih_maarif07@yahoo.com
8.	Nomor Telepon/ HP	:	(0274) 554692/0856 433 95 446
9.	Alamat Kantor	:	Kampus Karangmalang, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Tek-nik UNIVERSITAS NEGERI YOGYA- KARTA 55281
10.	Nomor Telepon/Faks.	:	(0274) 554692/ (0274) 554692
11.	Lulusan yang Dihasilkan (5 Tahun Terakhir)	:	D-3 = 14 Orang S-1 = 4 orang S-2 = - orang S-3 = - orang
12.	Mata Kuliah yang Diampu	:	1. Mekanika Teknik I 2. Mekanika Teknik II 3. Analisis Struktur Jembatan 4. Konstruksi Jalan Raya 5. Praktikum Konstruksi Jalan Raya 6. Praktek Keria Batu

B. Riwayat Pendidikan :

	S - 1	S - 2	S - 3
Nama Perguruan Tinggi	UNY	UGM	
Bidang Ilmu	Teknik Sipil dan Perencanaan	Teknik Sipil (Struktur)	
Tahun Masuk - Lulus	2003-2008	2008-2010	
Judul Skripsi/Tesis/ Disertasi	Mekanisme Penyusunan KTSP SMK di Daerah Istimewa Yogyakarta	Pengaruh Variasi Gaya Aksial dan Momen Kolom Pada Pengamatan Kecepatan Perambatan Gelombang Ultrasonik (studi kinerja kolom pasca perbaikan dengan	

	S - 1	S - 2	S - 3
		menggunakan epoxy resin grout)	
Nama Pembimbing/ Promotor	Drs. V Lilik Haryanto, M.Pd.	Prof. Ir. Hrc. Priyosulityo, M.Sc., Ph.D.	

C. Pengalaman Penelitian

No	Nama Karya Ilmiah	Sumber Dana	Tempat kegiatan	Tahun	Besar Dana (juta)
1	Modifikasi Sifat Bahan Bitumen Menggunakan Polypropylene Fibers untuk Meningkatkan Kinerja Agregat Bantak serta Impelementasinya Sebagai Smart Cementitious Materials pada Flexible Pavement. Tahun ke-02	IDB	Lab. Bahan JPTSP FT UNY	2015	75
2	Karakteristik Stabilitas Bahan Bitumen Marshall Laboratorium Berdasarkan Kecepatan Perambatan Gelombang Ultrasonik	DIPA FT	Lab. Bahan JPTSP FT UNY	2015	5
3	Studi Eksperimental Non Destructive Test (NDT) Untuk Prediksi Kekuatan Kayu Menggunakan Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)	DIPA FT	Lab. Bahan JPTSP FT UNY	2015	15
4	Pengaruh Variasi Gaya Aksial pada Pengamatan Kecepatan Perambatan Gelombang Ultrasonik	DIPA FT	Lab. Bahan JPTSP FT UNY	2014	3
5	Modifikasi Sifat Bahan Bitumen Menggunakan Polypropylene Fibers untuk Meningkatkan Kinerja Agregat Bantak serta Impelementasinya Sebagai Smart Cementious Materials pada Flexible Pavement. Tahun Ke-01	IDB	Lab. Bahan JPTSP FT UNY	2014	75
6	Pemanfaatan Pumice Breccia Sebagai Material Utama Mortar Instant Peredam Panas untuk Mendukung Teknologi Bahan Bangunan Gedung Ramah Lingkungan. Tahun ke-02	Skema PUPTN, DIPA UNY	Lab. Bahan JPTSP FT UNY	2014	50
7	Efek Variasi Serat Polypropylene	DIPA FT	Lab.	2014	10

No	Nama Karya Ilmiah	Sumber Dana	Tempat kegiatan	Tahun	Besar Dana (juta)
	pada Kecepatan Perambatan Gelombang Ultrasonik Menggunakan Ultrasonic Pulse Velocity (UPVM) dengan Metode Direct dan Indirect		Bahan JPTSP FT UNY		
8	Pemanfaatan Pumice Breccia Sebagai Material Utama Mortar Instant Peredam Panas untuk Mendukung Teknologi Bahan Bangunan Gedung Ramah Lingkungan. Tahun ke-01	Skema PUPTN, DIPA UNY	Lab. Bahan JPTSP FT UNY	2013	50
9	Identifikasi dan Pemetaan UKM untuk Mendukung Usulan PPM Dosen Universitas Negeri Yogyakarta.	DIPA FT	Lab. Bahan JPTSP FT UNY	2013	17
10	Uji Kinerja Agregat Marshall Agregat Bantak Merapi dengan Menggunakan Serat Polypropylene pada Lalu Lintas Berat Bahan Bitumen Modifikasi Polymer AC 50/70	DIPA FT	Lab. Bahan JPTSP FT UNY	2013	3
11	Studi Eksperimental Kinerja Struktural Dinding Ringan Aerasi dengan menggunakan variasi thin bed mortar	DIPA FT	Lab. Bahan JPTSP FT UNY	2012	5
12	Pemanfaatan Agregat Merapi (Bantak) untuk Pembuatan Beton Aspal Panas (Hotmix) dengan Variasi Bahan Bitumen Aspal Emulsi, Modifikasi Polymer AC 50/70 & Shell (Singapore) pada Lalu Lintas Berat	DIPA FT	JPTSP FT UNY	2012	3
13	Pemanfaatan Limbah Styrofoam (Polyended Polysterene) untuk Pembuatan Dinding Struktural Beton Ringan Ramah Lingkungan	DIPA FT	JPTSP FT UNY	2011	5

D. Pengalaman Pengabdian kepada Masyarakat 5 Tahun Terakhir

No	Nama Kegiatan	Kedudukan	Tempat kegiatan	Tahun
1	Pelatihan tata cara perhitungan struktur beton berdasarkan SNI 2847-2013.	Anggota	SMK Pengasih, Kulonprogo	2015
2	Pendidikan dan pelatihan manajemen dan pengelolaan laboratorium bagi para kepala laboratorium SMK Se-provinsi D.I. Yogyakarta	Anggota	SMK SE-DIY	2014
3	Instruktur Pelatihan Structural Analysis Program (SAP2000) HMTSP FT UNY	Instruktur	Ruang Sidang JPTSP FT UNY	2014
4	Melaksanakan Pelatihan Structural Analysis Program (SAP2000) Advance Training	Ketua	Yogyakarta	2014
5	Laporan Kegiatan Pengabdian Pada Masyarakat dengan judul: "Pembangunan Infrastruktur Instalasi Jaringan Air Bersih dengan Teknologi Gravitasi dan Pemanfaatan Buangan Air Rumah Tangga untuk Budidaya Ikan Air Tawar bagi Warga Rawan Bencana Merapi	Anggota	Magelang	2013
6	Memberikan Pelatihan tata cara Perencanaan Struktur Beton dengan menggunakan Structural Analysis Program (SAP2000) versi 11 sebagai Pemutakhiran Pembelajaran di SMK Negeri Sedayu.	Anggota	SMK Negeri Sedayu	2013
7	Instruktur Pelatihan Structural Analysis Program (SAP2000) HMTSP Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Instruktur	Ruang Sidang JPTSP FT UNY	2012
8	Penyediaan instalasi air bersih dengan teknologi gravitasi dan pemanfaatan limbah air rumah tangga untuk pemijahan bibit lele dumbo bagi warga korban erupsi merapi di Kabupaten Magelang	Anggota	Magelang	2013
9	Pelatihan Primavera Project Planner (P3) untuk guru SMK	Instruktur	SMK Negeri Sedayu	2012

No	Nama Kegiatan	Kedudukan	Tempat kegiatan	Tahun
	Sedayu-Kulonprogo			
10	Pelatihan Computer Aided Design (CAD) untuk guru SMK N3 Yogyakarta	Instruktur	SMK Negeri 3 Yogyakarta	2012
11	Instruktur Pelatihan Structural Analysis Program (SAP2000) HMTSP FT UNY	Instruktur	Ruang Sidang JPTSP FT UNY	2012
12	Pelatihan Perencanaan Struktur Beton Bertulang untuk Bangunan Gedung Ikatan Alumni Sipil UNY	Instruktur	Ruang Sidang JPTSP FT UNY	2011
13	Pelatihan Program Computer Aided Design (CAD) untuk Guru-guru SMK 3 Yogyakarta	Instruktur	Ruang Sidang JPTSP FT UNY	2011
14	Perencanaan Jembatan Condongcatur-Sleman Yogyakarta.	Perencana	Condongcatur	2011

E. Publikasi Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Karya Ilmiah	Nama Jurnal	Instansi	Tahun
1	New Test Method for Determination of Shear Strength at the Interface of Existing and New Concrete	Procedia Engineering, Science Direct, Elsevier, Ltd.	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	2016
2	Thermal Conductivity and Compressive Strength of Lightweight Aggregate Mortar Utilizing Pumice Breccia as Fine Aggregate	Procedia Engineering, Science Direct, Elsevier, Ltd.	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	2016
3	The Performance Of Bantak Agregate on Indirect Tensile Strength (ITS)	Proceeding ASAIS, Shantika Hotel-Depok. ISSN: 2302-786X.	4 th Annual South East Asian International Seminars (ASAIS) 2014, Wednesday, November 12 th	2015
4	Compressive and Shear Strength Behaviour of Masonry Wall with Pumice Breccia as Mortar	Proceeding ASAIS, Shantika Hotel-Depok. ISSN: 2302-786X. Hal. 20	3 rd Annual South East Asian International Seminars (ASAIS) 2014, Wednesday, November 12 th	2014
5	The Characteristics of Bantak Agregate as Main Materials on Marshall Test	Proceeding ASAIS, Shantika Hotel-Depok. ISSN: 2302-	3 rd Annual South East Asian International	2014

No	Nama Karya Ilmiah	Nama Jurnal	Instansi	Tahun
		786X. Hal. 20	Seminars (ASAIS) 2014, Wednesday, November 12 th	
6	Uji Kinerja Marshall Agregat Bantak Merapi dengan Menggunakan Serat Polypropylene	INERSIA, Vol.X, No.1, Mei 2014, ISSN 0216-762X. Hal. 1-12.	JPTSP Teknik Sipil Universitas Negeri Yogyakarta	2014
7	Identifikasi dan Pemetaan UKM untuk Mendukung Usulan PPM Dosen Universitas Negeri Yogyakarta	Prosiding seminar Nasional tanggal 21-22 April 2014. ISBN: 978-979-562-029-7. Hal. 126-142.	Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Yogyakarta	2014
8	Pembangunan Infrastruktur Instalasi Jaringan Air Bersih dengan Teknologi Gravitasi dan Pemanfaatan Buangan Air Rumah Tangga untuk Budidaya Ikan Air Tawar bagi Warga Rawan Bencana Merapi	Prosiding seminar Nasional tanggal 21-22 April 2014. ISBN: 978-979-562-029-7. Hal. 126-142.	Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Yogyakarta	2014
9	Pemanfaatan Pumice Breksia sebagai Material Utama Mortar Instant Peredam Panas untuk Mendukung Teknologi Bahan Bangunan Gedung Ramah Lingkungan	Prosiding seminar Nasional tanggal 21-22 April 2014. ISBN: 978-979-562-029-7. Hal. 126-142.	Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Yogyakarta	2014
10	The Effect of Vocation Concrete Cube of Axial Load on Ultrasonic Pulse Velocity Transmitter	Jurnal Civil Engineering Forum Teknik Sipil. Volume; XXII/1- Januari 2013. ISSN: 0854-1116 (print). ISSN: 2089-5631 (on line).	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	2013
11	Experimental Study of Mortar Joint Bond Strength of Autoclaved Aerated Concrete Masonry Prism	Proceeding ASAIS, State Polytechnic of Jakarta. ISSN: 2302-786X. Hal. 55-60.	2 nd Annual South East Asian International Seminars (ASAIS), Thursday, December 12 th	2013
12	Studi Eksperimental Kinerja Struktural Beton Ringan Aerasi (Autoclaved Aerated Concrete) dengan Variasi Thin Bed Mortar	INERSIA, Vol.VIII, No.2, Desember 2012, ISSN 0216-762X	JPTSP Teknik Sipil UNY	2013

No	Nama Karya Ilmiah	Nama Jurnal	Instansi	Tahun
13	Efek Variasi Kadar Bitumen Terhadap Kinerja Marshall Laboratorium Dengan Menggunakan Agregat Bantak	INERSIA, Vol.VIII, No.2, Desember 2012, ISSN 0216-762X	JPTSP Teknik Sipil UNY	2012
14	The Characteristic Of Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) On Mortar With Polypropylene Fibers As Additives, Proceedings of the 1st SCESTM, Yogyakarta, 11-13 September 2012	International Confrence SCESTM, UGM	Univercity Club UGM	2012
15	Analisis Homogenitas Self Compacting Mortar Menggunakan Serat Polypropylene Berdasarkan Kecepatan Perambatan Gelombang Ultrasonik (UPVM)	INERSIA, Vol.VII, No.2, Desember 2011, ISSN 0216-762X. Hal. 96-114.	JPTSP Teknik Sipil UNY	2011
16	Pemanfaatan Limbah Styrofoam (Polyended Polysterene) untuk Pembuatan Dinding Structural Beton Ringan Ramah Lingkungan	INERSIA, Vol.VI, No.2, Desember 2011, ISSN 0216-762X. Hal. 96-114.	JPTSP FT UNY	2011

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat Pelaksanaan
1.	4 th Annual South East Asian International Seminars (ASAIS)	The Performance Of Bantak Agregate on Indirect Tensile Strength (ITS)	Wednesday, November 12th, 2014, Universitas Indonesia Hotel-Depok.
2.	3 rd Annual South East Asian International Seminars (ASAIS)	The Characteristics of Bantak Agregate as Main Materials on Marshall Test". ISSN: 2302-786X. Hal. 19	Wednesday, November 12th, 2014, Shantika Hotel-Depok.
3.	3 rd Annual South East Asian International Seminars (ASAIS)	Compressive and Shear Strength Behaviour of Masonry Wall with Pumice Breccia as Mortar". ISSN: 2302-786X. Hal. 20.	Wednesday, November 12th, 2014, Shantika Hotel-Depok.
4.	2 nd Annual South East Asian International Seminars (ASAIS)	Experimental Study of Mortar Joint Bond Strength of Autoclaved Aerated Concrete Masonry Prism, ISSN: 2302-786X. Hal. 55-60.	Thursday, December 12th, State Polythecnic of

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat Pelaksanaan
			Jakarta.
5.	Proceeding 1 st Internatioanal Conference On Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials	The Characteristic Of Ultrasonic Pulse Velocity On Mortar With Polypropylene Fibers as Additives	2012, University Club UGM

G. Karya Buku/Diklat Kuliah

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	Penuntun Praktis Praktikum Bahan Perkerasan	30 Juni 2013	75	FT – UNY
2	Modul Pembelajaran Mekanika Teknik I	Agustus 2013	111	FT – UNY
3	Modul Pembelajaran Mekanika Teknik II	Februari 2014	121	FT - UNY
4	Modul Pembelajaran Analisis Struktur Jembatan	Agustus 2014	145	FT - UNY
5	Modul Pembelajaran Konstruksi Jembatan	Februari 2015	146	FT - UNY
6	Modul Structural Analysis Program (SAP2000 V.11)	Desember 2013	66	FT - UNY
7	Modul Structural Analysis Program (SAP2000 V.11) Advance Taining, tingkat Menengah	Oktober 2014	147	FT - UNY

H. Perolehan HKI dalam 5 – 10 Tahun Terakhir

No.	Judul / Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1				

J. Penghargaan dalam 10 Tahun Terakhir (dari Pemerintah, Asosiasi atau Institusi Lainnya)

No	Jenis penghargaan	Instansi	Tahun
1	Pembimbing Kemahasiswaan Bidang Lomba Program Kreativitas Mahasiswa Bidang Kewirausahaan.	Universitas Negeri Yogyakarta	2013
2	Studi BERMUTU	Puslitjak, Kemdikbud	2012
3	Sosialisasi PP 70 Tahun 2012	KEMDIKBUD	2012
4	Lulusan Terbaik Suma cumlaude with GPA 4.0	Universitas Gadjah Mada Yogyakarta	2010
5	Affinity Award, the Best Of Graduate	Bank Negara Indonesia (BNI) Cabang UGM	2010
6	Lulusan terbaik dan tercepat	Universitas Negeri Yogyakarta	2008

K. Dukungan Kegiatan Kemahasiswaan

No	Nama Kegiatan	Kedudukan	Prestasi	Tahun	Penyelenggara
1	Kompetisi Jembatan Indonesia dan Bangunan Gedung Indonesia, ke X, Universitas Muhammadiyah Malang	Pembimbing	Juara 3, kategori Implementasi dan kesesuaian desain Terbaik.	2014	Belmawa, DIKTI
2	Civil Expo, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya	Pembimbing	Juara 1 Nasional	2014	Belmawa, DIKTI
3	Lomba Kuda-kuda kayu Nasional, Lustrum ke IX, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta (UGM).	Pembimbing	Juara 1 Nasional	2014	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
4	Lomba Program Kreativitas Mahasiswa Bidang Kewirausahaan	Pembimbing	Finalis Nasional	2013	Belmawa, DIKTI
5	Jembatan Bentang Panjang, Civil Expo, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya	Pembimbing	Juara Harapan I	2012	Institut Teknologi Sepuluh November
6	Lomba Civil Expo, di	Pembimbing	Presenter dan	2012	Institut

No	Nama Kegiatan	Kedudukan	Prestasi	Tahun	Penyelenggara
	Institut Teknologi Sepuluh November, bidang Jembatan Bentang Panjang dan Jembatan Suspensi.		Makalah terbaik Tingkat nasional		Teknologi Sepuluh November

L. Training Pelatihan dalam dan Luar Negeri yang pernah diikuti

No	Nama Kegiatan	Kedudukan	Tempat	Tahun
1	Laboratory Visit	Participant	Nihon University, Koriyama Prefecture, JAPAN	2015
2	Short Course Finite Element Modeling with Stand7	Participant	Laboratory Computational Engineering and Mechanics, Nihon University, Koriyama Prefecture, JAPAN	2015
3	Joint Research	Primary author and Members	Nihon University, Koriyama Prefecture, JAPAN	2015
4	Pelatihan tata cara perhitungan beton dengan menggunakan SNI 2847-2013	Pembicara utama	Pengasih, Kulon Progo, Yogyakarta	2015
5	Training Quality Control pengujian laboratorium Kementerian Kelautan dan Perikanan	Pembicara utama	Laboratorium Bahan Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta	2015
6	Training Finite element method dengan menggunakan Tekla V.19.	Pembicara utama	Hotel IBIS Yogyakarta, Expertindo Training and Consulting	2015
7	Procurement standard LKPP	Participant	Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah	2012

M. Lain-lain

No	Nama Kegiatan	Kedudukan	Tempat	Tahun
1	TIM Pengelola Proyek Islamic Development Bank (IDB), Universitas Negeri Yogyakarta, SK Rektor No. 28	Anggota I Bidang Pengadaan	Project Implementation Unit (PIU) UNY	Februari, 2015
2	Seminar Nasional "Strategi Pembangunan Nasional	Peserta	KPLT FT UNY, 08 November	November 2014

No	Nama Kegiatan	Kedudukan	Tempat	Tahun
	Melalui Pendekatan Tata Ruang dan Konstruksi Bangunan yang Berkelanjutan. Sertifikat No.001/F/SEMNAS_HMTSP/FT_UNY/XI/2014			
3	Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) Kelompok SOSHUM Panlok 46. Piagam Penghargaan No.015/SBMPTN/PU/UNY/2014	Penanggungjawab Ruang	Universitas Negeri Yogyakarta	17 Juni 2014
4	Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) Kelompok SOSHUM Panlok 46. Piagam Penghargaan No. 017/SBMPTN/PU/UNY/2013	Penanggungjawab Ruang	Universitas Negeri Yogyakarta	18-19 Juni 2013
5	TIM Penyusun Borang Evaluasi Diri, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil & Perencanaan Fakultas Teknik UNY. SK Dekan No. 80.	Penyusun Borang Evaluasi Diri	JPTSP Fakultas Teknik, UNY	10 April 2014
6	International Seminars "Green Road Technnology with Local Material and Warm Mix Asphalt"	Peserta	Puslitbang Jalan dan Jembatan, Bandung, 17 Desember	17 Desember 2013
7	Lokakarya Pengelolaan Berkala Ilmiah Standar Nasional Sesuai dengan Ketentuan Kemdikbud. Sertifikat No. 553/UN34.22/LPPMP/2013	Peserta	Pusat Pengembangan Berkala Ilmiah, LPPMP, UNY	29 Juli 2013
8	Pengelola Jurnal INERSIA, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil & Perencanaan FT UNY. SK Dekan No. 97a	Penyunting	JPTSP Fakultas Teknik, UNY	2012 s.d 2017
9	TIM Kelompok Kerja /TIM Teknis Pembangunan Gedung Laboratorium Kewirausahaan Mahasiswa Tahap II, UNY. SK Rektor No. 736	Anggota TIM Teknis	Universitas Negeri Yogyakarta, Kampus Karangmalang	12 November 2013
10	TIM Kelompok Kerja /TIM	Anggota TIM	Universitas	04

No	Nama Kegiatan	Kedudukan	Tempat	Tahun
	Teknis Pemeliharaan Gedung Laboratorium Kewirausahaan Mahasiswa Tahap II, UNY. SK Rektor No. 721	Teknis	Negeri Yogyakarta, Kampus Karangmalang	November 2013
11	TIM Teknis Pengadaan Jasa Konstruksi. SK Rektor No. 107	Ahli Struktur	Universitas Negeri Yogyakarta, Kampus Karangmalang	10 Maret 2014
12	TIM Kelompok Kerja /TIM Teknis Pemeliharaan Gedung Kampus Wates Tahap III, UNY. SK Rektor No. 792	Anggota TIM Teknis	Universitas Negeri Yogyakarta, Kampus Karangmalang	25 November 2013

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan "Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi".

Yogyakarta, 26 Oktober 2015

Yang menyatakan,



Faqih Ma'arif, M.Eng

NIP. 19850407 201012 1 006